

Contrato No.

Apéndice Técnico 4

Obras Civiles y Urbanísticas del Proyecto



Gobernación de
Cundinamarca

Tabla de contenido

<i>Tabla de contenido</i>	2
CAPÍTULO I – DISPOSICIONES GENERALES	5
SECCIÓN 1 – OBJETO Y ALCANCE	5
SECCIÓN 2 – DELIMITACIÓN ENTRE OBRA CIVIL Y VÍA PERMANENTE (SUPERESTRUCTURA DE VÍA)	5
SECCIÓN 3 – RÉGIMEN DE RECEPCIÓN Y ENTREGA DE LAS OBRAS PARA TERCEROS	6
SECCIÓN 4 – OBLIGACIÓN DE RESULTADO	8
SECCIÓN 5 – PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO	8
SECCIÓN 6 – MARCO DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO: CONDICIONES DE IMPLANTACIÓN Y RESTRICCIONES DEL PROYECTO	10
SUBSECCIÓN 6.1 – CONDICIONES DE IMPLANTACIÓN	10
SUBSECCIÓN 6.2 – RESTRICCIONES DEL PROYECTO	11
SECCIÓN 7 – REQUERIMIENTOS TRANSVERSALES DE CALIDAD	13
CAPÍTULO II – ESTRUCTURAS FERROVIARIAS	13
SECCIÓN 8 – INVENTARIO DE ESTRUCTURAS FERROVIARIAS	13
SECCIÓN 9 – REQUISITOS FUNCIONALES	17
SECCIÓN 10 – VIDA ÚTIL Y DURABILIDAD	19
SECCIÓN 11 – INSPECCIONALIDAD Y MANTENIBILIDAD	21
SECCIÓN 12 – RESILIENCIA Y ROBUSTEZ	23
SECCIÓN 13 – MONITOREO, INSTRUMENTACIÓN Y PRUEBAS DE CARGA	23
SECCIÓN 14 – REQUISITOS ESPECÍFICOS DEL VIADUCTO	24
SECCIÓN 15 – DEPRIMIDOS FERROVIARIOS	24
SECCIÓN 16 – ESTRUCTURAS EXISTENTES: PATOLOGÍA Y REFORZAMIENTO	26
SECCIÓN 17 – DEMOSTRACIÓN DE CUMPLIMIENTO	28
CAPÍTULO III – MOVIMIENTO DE TIERRAS, GEOTECNIA Y ESTABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA	28
SECCIÓN 18 – MOVIMIENTO DE TIERRAS, GEOTECNIA y ESTABILIDAD	29
SECCIÓN 19 – INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS	29
SECCIÓN 20 – CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	32
SECCIÓN 21 – ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL CORREDOR	32
SECCIÓN 22 – TERRAPLENES, CORTES Y EXCAVACIONES	33
SECCIÓN 23 – ASENTAMIENTOS Y DEFORMACIONES	35
SECCIÓN 24 – MUROS DE CONTENCIÓN Y OBRAS DE ESTABILIZACIÓN	36

SUBSECCIÓN 24.1 – OBJETO	36
SUBSECCIÓN 24.2 – REQUISITOS TÉCNICOS MÍNIMOS DE LAS OBRAS DE CONTENCIÓN	36
SUBSECCIÓN 24.3 – REQUISITOS FUNCIONALES	38
SUBSECCIÓN 24.4 – MONITOREO Y GESTIÓN DE RIESGOS	38
SECCIÓN 25 – EXCAVACIONES, OBRAS TEMPORALES Y RIESGO PÚBLICO	40
SECCIÓN 26 – MEJORAMIENTO DEL TERRENO Y ENTREGABLES GEOTÉCNICOS	40
SECCIÓN 27 – GESTIÓN DE LA INTEGRIDAD Y MONITOREO DE LA ESTABILIDAD GEOTÉCNICA	41
SECCIÓN 28 – INTERVENCIONES CORRECTIVAS	42
SECCIÓN 29 – DEMOSTRACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y ENTREGABLES GEOTÉCNICOS	45
<i>CAPÍTULO IV – DRENAJE E HIDRÁULICA</i>	45
SECCIÓN 30 – OBJETO	45
SECCIÓN 31 – ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS	46
SECCIÓN 32 – DRENAJE DEL CORREDOR FERROVIARIO	47
SECCIÓN 33 – CRUCES HIDRÁULICOS	47
SECCIÓN 34 – DRENAJE DE DEPRIMIDOS Y ESTACIONES	50
SECCIÓN 35 – CONTROL DE INUNDACIONES Y GESTIÓN DE ESCORRENTÍAS	52
SECCIÓN 36 – EROSIÓN, SOCAVACIÓN Y PROTECCIÓN HIDRÁULICA	52
SECCIÓN 37 – INTERFACES CON INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA EXISTENTE	52
SECCIÓN 38 – SECTORES DE REFERENCIA HIDRÁULICAMENTE COMPLEJOS DEL PROYECTO	53
SECCIÓN 39 – DEMOSTRACIÓN DE CUMPLIMIENTO	54
<i>CAPÍTULO VII – SEGREGACIÓN, CERRAMIENTO Y PASOS A NIVEL</i>	54
SECCIÓN 40 – OBJETO	54
SECCIÓN 41 – CERRAMIENTO Y SEGREGACIÓN DEL CORREDOR (ESPECIFICACIONES MÍNIMAS)	55
SECCIÓN 42 – PASOS A NIVEL AUTORIZADOS	58
<i>CAPÍTULO III – INTEGRACIÓN URBANA, ESPACIO PÚBLICO Y PASOS A DISTINTO NIVEL</i>	59
SECCIÓN 43 – OBJETO Y NORMATIVA APLICABLE	59
SECCIÓN 44 – CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO	60
SECCIÓN 45 – INVENTARIO DE ESTRUCTURAS DE INTEGRACIÓN URBANAS	61
SECCIÓN 46 – PASOS E INTERSECCIONES VEHICULARES A NIVEL Y A DESNIVEL	62
SECCIÓN 47 – PASOS VEHICULARES A DISTINTO NIVEL	63
SECCIÓN 48 – PASOS PEATONALES	65
SECCIÓN 49 – PASOS PEATONALES A DISTINTO NIVEL	72
SECCIÓN 50 – ANDENES, CICLOINFRAESTRUCTURA Y ELEMENTOS DE ESPACIO PÚBLICO	73
SECCIÓN 51 – ESPACIO PÚBLICO, ZONAS BAJO VIADUCTO Y ELEMENTOS DE INTEGRACIÓN	75

SECCIÓN 52 – PAISAJISMO Y TRATAMIENTO VEGETAL	75
SECCIÓN 53 – BIENES DE INTERÉS CULTURAL	76
SECCIÓN 54 – URBANISMO PERIMETRAL DE PATIO-TALLER	77
SECCIÓN 55 – PAVIMENTOS	77
SECCIÓN 56 – ENTREGABLES Y APROBACIONES ANTE TERCEROS	79
CAPÍTULO IV – ESTACIONES, PATIOS, TALLERES Y SUBESTACIONES	79
SECCIÓN 57 – REQUISITOS CIVILES COMUNES	79

CAPÍTULO I – DISPOSICIONES GENERALES

SECCIÓN 1 – OBJETO Y ALCANCE

- 1.1 El presente Apéndice establece las obligaciones y los requisitos funcionales, técnicos y de desempeño aplicables al diseño, construcción, integración, puesta en servicio, operación, mantenimiento, renovación y reversión de la infraestructura civil y urbanística asociada al Sistema Ferroviario objeto de la Concesión.
- 1.2 El presente Apéndice establece los requisitos mínimos que deberá cumplir la obra civil y urbanística del Proyecto, diferente a la Superestructura/Vía Permanente, lo cual será desarrollado en el Apéndice Técnico 5. En consecuencia, y considerando la obligación de resultado del Concesionario, el Concesionario será responsable de desarrollar todas las obras, sistemas, subsistemas, instalaciones, elementos auxiliares, protecciones, estructuras y demás componentes que resulten necesarios para garantizar el cumplimiento de los requisitos funcionales exigidos por el Contrato para la operación del sistema ferroviario, aun cuando dichos elementos no se encuentren expresamente identificados en el presente Apéndice.
- 1.1 El alcance mínimo obligatorio del Proyecto es el establecido en el Apéndice Técnico 1 – Alcance del Proyecto. El presente Apéndice desarrolla los requisitos técnicos, funcionales y de desempeño de la obra civil y urbanística sin reducir, limitar ni modificar dicho alcance, pero complementándolo en los aspectos necesarios.

SECCIÓN 2 – DELIMITACIÓN ENTRE OBRA CIVIL Y VÍA PERMANENTE (SUPERESTRUCTURA DE VÍA)

- 2.1 El presente Apéndice regula los requisitos funcionales, técnicos y de desempeño asociados a las Obras Civiles e infraestructura civil que soporta el Sistema Ferroviario, y las respectivas obras urbanas, incluyendo, las obras geotécnicas, las obras hidráulicas, las estructuras, los pasos a distinto nivel, los cerramientos, las obras bajo puente, las obras de estabilización y los demás elementos requeridos para conformar el soporte físico y urbano de la operación ferroviaria, diferente a la Superestructura y Vía Permanente, de acuerdo con lo establecido en el Contrato y sus Apéndices.

- 2.2 Los requisitos asociados a la vía permanente (Superestructura de vía), incluyendo los rieles, durmientes, fijaciones, balasto, subbalasto, losas ferroviarias, aparatos de vía, geometría ferroviaria, interacción vía-material rodante y demás elementos que conforman la superestructura ferroviaria, se desarrollan en el Apéndice Técnico 5 – Vía Permanente.
- 2.3 Cuando un determinado activo incorpore componentes regulados por ambos Apéndices, cada uno será aplicable dentro del ámbito de su especialidad. En particular:
- a) los requisitos asociados a puentes, viaductos y deprimidos ferroviarios como estructuras civiles, así como los requisitos asociados a la estabilidad geotécnica de la infraestructura, se regirán por el presente Apéndice;
 - b) los requisitos asociados a la vía permanente instalada sobre dichas estructuras se regirán por el Apéndice Técnico 5;
 - c) los requisitos asociados a la calidad geométrica de la vía se regirán por el Apéndice Técnico 5.
- 2.4 Las disposiciones del presente Apéndice y del Apéndice Técnico 5 deberán interpretarse de forma complementaria y coordinada, de manera que el Concesionario sea responsable de garantizar el desempeño integral del Sistema Ferroviario, independientemente de la distribución de requisitos entre los distintos Apéndices.
- 2.5 La existencia de interfaces entre la infraestructura civil y la superestructura ferroviaria no limitará ni fragmentará la responsabilidad del Concesionario respecto del cumplimiento de los resultados operacionales, funcionales y de desempeño establecidos en el Contrato. Por el contrario, el Concesionario deberá identificar, gestionar, coordinar y controlar dichas interfaces durante todas las etapas del Proyecto, garantizando en todo momento la adecuada integración y el cumplimiento de las obligaciones contractuales, de acuerdo con el Apéndice Técnico 18.

SECCIÓN 3 – RÉGIMEN DE RECEPCIÓN Y ENTREGA DE LAS OBRAS PARA TERCEROS

- 3.1 Para efectos del presente Apéndice, son Obras para Terceros las que el Apéndice Técnico 1 define como tales, esto es, aquellas que una vez ejecutadas deben entregarse o restituirse al IDU, a los municipios de Chía, Cajicá o Zipaquirá o a la entidad competente y que, por

tanto, no forman parte de la Franja de Proyecto. Comprenden, entre otras, los pasos vehiculares superiores e inferiores no ferroviarios, los pasos peatonales que no constituyen acceso a estación, las intersecciones viales, las calzadas, los andenes, las ciclorrutas, las plazoletas, los cicloparqueaderos, el mobiliario urbano, la arborización, la iluminación y la semaforización localizados fuera de la Franja de Proyecto.

3.2 Los activos que cumplan simultáneamente función ferroviaria y urbana, señaladamente los pasos peatonales que dan acceso a estación y las plazoletas de acceso, así como las zonas bajo puentes y viaductos localizadas dentro de la Franja de Proyecto, no constituyen Obras para Terceros y permanecen a cargo del Concesionario durante toda la vigencia de la Concesión, conforme al CAPÍTULO III y al CAPÍTULO VIII del Apéndice Técnico 1.

3.3 La entrega de una Obra para Terceros no libera al Concesionario de responsabilidad por vicios de diseño o construcción, ni de la garantía de estabilidad de la obra durante el término legal, ni de las obligaciones que el Contrato le imponga sobre la interfaz de dicho activo con el Sistema Ferroviario.

3.4 La ejecución de las Obras para Terceros se sujeta a la normativa técnica de la entidad territorial receptora vigente a la fecha de presentación de la Oferta. Las modificaciones normativas posteriores se tramitan conforme al régimen contractual de cambio normativo.

3.5 Previo al inicio del diseño de detalle de cada Obra para Terceros, el Concesionario suscribirá con la entidad territorial receptora y la Interventoría un Acta de Criterios de Diseño que fije los parámetros y normas aplicables, conforme lo establecido en el Apéndice Técnico 8. Los criterios así fijados son vinculantes para las tres partes y no podrán modificarse unilateralmente con posterioridad.

3.6. La recepción definitiva de cada activo se documentará mediante Acta de Recepción y Entrega suscrita por el Concesionario, la Interventoría, la EFR y la entidad territorial receptora, a la que se anexarán planos récord, manual de mantenimiento, garantías de fabricante y resultados de ensayos. Desde la suscripción del acta cesa la obligación de mantenimiento y operación del Concesionario sobre ese activo, sin perjuicio de la garantía de estabilidad de la obra y de la responsabilidad por vicios ocultos.

3.7 La negativa injustificada de la entidad territorial a suscribir el acta, o su silencio por más de 30 Días Hábiles contados desde la solicitud acompañada de la documentación completa, no

impedirá la liberación del Concesionario, que se documentará mediante acta suscrita por la Interventoría y la EFR.

SECCIÓN 4 – OBLIGACIÓN DE RESULTADO

- 4.1 Las obligaciones establecidas en el presente Apéndice constituyen obligaciones de resultado.
- 4.2 Corresponderá al Concesionario desarrollar, bajo su exclusiva cuenta y riesgo, las soluciones de diseño e ingeniería necesarias para garantizar el cumplimiento de los requisitos funcionales, operacionales, estructurales, ambientales, de seguridad, disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad, resiliencia y vida útil establecidos en el Contrato, las cuales deben someterse a la no Objeción de la Interventoría cuando sea aplicable.
- 4.3 Salvo cuando el Contrato establezca expresamente una solución obligatoria, el Concesionario tendrá libertad para definir las soluciones técnicas específicas a implementar.
- 4.4 La libertad de diseño no limitará ni reducirá la responsabilidad integral del Concesionario respecto del cumplimiento de los resultados exigidos por el Contrato.

SECCIÓN 5 – PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

- 5.1 Se denominan Parámetros Básicos de Diseño (PBD) los valores que definen el desempeño mínimo exigible de cada activo. Los PBD son de obligatorio cumplimiento y no son modificables por el Concesionario en ejercicio de la facultad de optimización de que trata el Contrato y los Apéndices.
- 5.2 Constituyen Parámetros Básicos de Diseño, para cada activo según corresponda:
 - a. la función que el activo debe prestar y la conectividad que debe garantizar;
 - b. los gálibos ferroviarios, viales, peatonales, eléctricos e hidráulicos mínimos;
 - c. la carga de diseño y el modelo de carga ferroviaria aplicable;
 - d. los periodos de retorno de diseño y de verificación;
 - e. los factores de seguridad mínimos;
 - f. las deformaciones, asentamientos, deflexiones y aceleraciones máximas admisibles;
 - g. la vida útil de diseño y la clase de exposición ambiental;

- h. la velocidad de proyecto de la vía férrea en el sector y la velocidad de diseño de la infraestructura vial afectada;
- i. la capacidad hidráulica y la condición de no deterioro de las condiciones preexistentes;
- j. el nivel de segregación exigido para el tramo;
- k. los requisitos de accesibilidad universal;
- l. las normas de la EAAB, y criterios de diseño del RAS
- m. las prohibiciones expresas establecidas en el presente Apéndice.

5.3 Los Parámetros Básicos de Diseño obligatorios de cada activo son los establecidos en el Apéndice Técnico 1, en el presente Apéndice, en los demás Apéndices Técnicos, cuando así se defina y los derivados de las restricciones de la infraestructura. Corresponderá al Concesionario, definir y presentar los demás Parámetros Básicos de Diseño, para cada una de las obras que realizará, en el marco del Apéndice Técnico 8.

5.4 El Concesionario tiene libertad para definir la tipología estructural, la configuración geométrica, los materiales, los procesos y métodos constructivos, los equipos y la secuencia de obra, incluida la sustitución de una tipología por otra, siempre que:

- a. se mantengan íntegramente todos los Parámetros Básicos de Diseño del activo;
- b. no se degrade ninguna de las condiciones operacionales, de capacidad, de seguridad ni de mantenibilidad del Sistema;
- c. no se requieran predios adicionales a los previstos y que se encuentran disponibles para el proyecto;
- d. no se incrementen los costos de operación y mantenimiento a cargo de quien reciba el activo;
- e. no se reduzca la vida útil remanente del activo al momento de la reversión o entrega;
- f. tratándose de Obras para Terceros, se cuente con concepto favorable de la entidad territorial receptora;
- g. No se incumpla la legislación aplicable en materia ambiental.

5.5 Corresponderá exclusivamente al Concesionario acreditar, mediante antecedentes técnicos, económicos y operacionales suficientes, el cumplimiento de los requisitos establecidos en los literales anteriores. La función de la Interventoría consistirá en verificar y aprobar que

dicha acreditación sea completa, consistente y suficiente para demostrar la conformidad de la propuesta con las exigencias del Contrato. En caso de que los antecedentes presentados no permitan acreditar adecuadamente dicho cumplimiento, la propuesta se entenderá no conforme y podrá ser rechazada.

5.6 Toda propuesta de optimización se presentará acompañada de memoria comparativa contra la solución de referencia, modelación en archivos nativos editables, análisis de impacto en operación, mantenimiento, seguridad y ciclo de vida, y análisis de riesgos residuales.

5.7 Los mayores costos, plazos, permisos, gestiones prediales, sociales y riesgos derivados de una optimización propuesta por el Concesionario son de su exclusiva cuenta y riesgo, y no dan lugar a reclamación, reequilibrio ni ampliación de plazo. Los plazos asociados a la evaluación de la propuesta y a la obtención de los permisos que de ella se deriven no suspenden ni modifican los hitos contractuales de diseño, construcción y puesta en operación.

SECCIÓN 6 – MARCO DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO: CONDICIONES DE IMPLANTACIÓN Y RESTRICCIONES DEL PROYECTO

SUBSECCIÓN 6.1 – CONDICIONES DE IMPLANTACIÓN

6.1.1 Sin perjuicio de lo establecido en los Parámetros Básicos de Diseño - PBD, para cada una de las estructuras identificadas en este Apéndice, el Concesionario deberá desarrollar los Estudios y Diseños considerando las condiciones existentes del área de implantación del Proyecto y asegurando su adecuada integración con el entorno urbano, territorial, ambiental, social y de infraestructura, de conformidad con la normativa aplicable y con las obligaciones establecidas en el Contrato.

6.1.2 Como mínimo, el Concesionario deberá considerar durante y después del desarrollo de los diseños:

- a. los instrumentos de ordenamiento territorial vigentes y demás instrumentos de planificación aplicables;
- b. la infraestructura ferroviaria y vial existente;
- c. las redes de servicios públicos existentes y proyectadas;
- d. los proyectos de infraestructura en ejecución o con desarrollo definido que interactúen con el Proyecto;

- e. las obligaciones, compromisos y coordinaciones existentes con entidades nacionales, departamentales, distritales y municipales;
- f. las condiciones ambientales, hidráulicas, geotécnicas, urbanísticas y prediales del corredor; y
- g. los demás elementos existentes cuya integración resulte necesaria para garantizar la adecuada implantación del Proyecto.

SUBSECCIÓN 6.2 – RESTRICCIONES DEL PROYECTO

6.2.1 El Concesionario deberá identificar, verificar y considerar en sus Estudios y Diseños todas las restricciones que puedan limitar, condicionar o requerir soluciones técnicas específicas para el desarrollo del Proyecto. La existencia o identificación de las restricciones incluidas en la presente Sección no limita la obligación del Concesionario de identificar y atender cualquier otra restricción que resulte aplicable.

6.2.2 Sin perjuicio de las demás restricciones que el Concesionario identifique durante el desarrollo de los Estudios y Diseños, deberán considerarse, como mínimo, las siguientes:

Tabla 1. Restricciones del Proyecto

ID	Elemento (Condición o Restricción)	Localización	Entidad relacionada	Tipo / Condición	Implicación para el diseño
R-01	Infraestructura de CENIT	Entre Patio PK5 y Estación Carrera 68	CENIT	Técnica	Cruces de poliductos y jetductos que condicionan el alineamiento vertical y el procedimiento constructivo.
R-02	Línea 2 del Metro de Bogotá	NQS – Calle 72	EMB	Técnica y de Integración	Requiere armonización e integración física y funcional entre ambos proyectos.
R-03	Extensión Primera Línea del Metro	Calle 97 y Autopista Norte	EMB	Técnica y de Integración	Requiere armonización e integración física y funcional entre ambos proyectos.
R-04	Infraestructura TransMilenio	Calle 26, NQS y Calle 200	IDU	Técnica y de Integración	Requiere coordinación e integración con la infraestructura existente.
R-05	Reserva Thomas van der Hammen y Río Bogotá	Corredor ambiental	CAR / ANLA	Ambiental	Condiciona el desarrollo del Proyecto por restricciones

ID	Elemento (Condición o Restricción)	Localización	Entidad relacionada	Tipo / Condición	Implicación para el diseño
					ambientales y de manejo del territorio.
R-06	Red Tibitoc de agua potable	NQS	EAAB	Técnica	Condiciona el diseño y la construcción para evitar afectaciones a la infraestructura existente.
R-07	Líneas de transmisión eléctrica de Super Alta	NQS con Calle 200	ISA	Técnica	Condiciona el procedimiento constructivo y la coordinación para desenergización, reubicación o protección de activos.
R-08	Cruces sobre cuerpos de agua	General, incluyendo sistema hídrico de lagos de torca	EAAB, SDA y CAR	Técnica y ambiental	Requiere armonización y garantizar su conservación.
R-09	PEMPCH Zipaquirá	Centro histórico Zipaquirá	Ministerio de Cultura	Cultural y patrimonio	Requiere armonización y garantizar su conservación.
R-10	Bienes de interés cultural	General	Ministerio de Cultura	Cultural y patrimonio	Requiere armonización y garantizar su conservación.

NOTA: La armonización contemplada requiere que el Tren Zipaquirá cuente con una integración física con las líneas de metro de la ciudad, ante lo cual se debe construir la infraestructura necesaria para lograr la conexión de los sistemas de transporte.

6.2 La información contenida en la presente Sección constituye un marco de referencia mínimo para el desarrollo de los Estudios y Diseños y no releva al Concesionario de la obligación de realizar su propia debida diligencia técnica, predial, ambiental, urbanística y de redes, ni de identificar cualquier condición adicional que pueda afectar la implantación del Proyecto. La existencia de restricciones o condiciones adicionales no dará lugar al reconocimiento de mayores valores, ampliaciones del plazo ni modificaciones en la asignación de riesgos prevista en el Contrato.

6.3 La integración contemplada con las líneas del Metro de Bogotá y con los demás sistemas de transporte deberá entenderse como una obligación funcional del Proyecto. En consecuencia, el Concesionario deberá diseñar y construir la infraestructura necesaria para garantizar dicha integración física, operacional y funcional, de conformidad con lo establecido en el Contrato y en los Apéndices Técnicos aplicables.

SECCIÓN 7 – REQUERIMIENTOS TRANSVERSALES DE CALIDAD

- 7.1 Ante el incumplimiento de la calidad final de las obras desarrolladas, detectado por la Interventoría, el Concesionario corregirá los incumplimientos y sustituirá el equipo, la instalación o el proceso constructivo, sin derecho a reclamación económica alguna.
- 7.2 Sin perjuicio de lo establecido en el Apéndice Técnico 17, cuando en cualquier prueba los resultados no satisfactorios superen el 5% del total de ensayos de la unidad, la obligación de ensayo se incrementará en un 5% adicional sobre el total de unidades de obra, escalable hasta el 100% a criterio de la Interventoría, de la EFR o de acuerdo con lo establecido en el Apéndice Técnico 17. Todo lo anterior, deberá quedar correctamente documentado, de acuerdo con el Apéndice Técnico 3.
- 7.3 El Concesionario no podrá alegar retrasos ni costos adicionales derivados de la ausencia de diseños no objetados, de permisos, de validación de ensayos, o de licencias. Cuando un frente o un equipo quede sin trabajo por carencia de diseños constructivos no objetados, ello no dará lugar a reclamación de costo ni de plazo.
- 7.4 Ejecutada la obra se realizará una revisión final con pruebas al material y equipo instalado conforme a la normativa aplicable y al Apéndice Técnico 17. Notificada por la Interventoría cualquier no conformidad o salida no conforme, el Concesionario procederá a su reemplazo o reparación sin costo adicional para la EFR.
- 7.5 Toda la información se entregará en versión editable y en formato PDF, así como en el formato digital exigido por la entidad territorial receptora conforme a sus guías de entrega de productos. Dichas entregas deberán cumplir con lo establecido en el Apéndice Técnico 3.

CAPÍTULO II – ESTRUCTURAS FERROVIARIAS

SECCIÓN 8 – INVENTARIO DE ESTRUCTURAS FERROVIARIAS

- 8.1 Sin perjuicio de lo establecido en el Apéndice Técnico 1, las estructuras ferroviarias identificadas en la presente Sección constituyen el alcance mínimo obligatorio de las obras civiles del Proyecto y deberán ser diseñadas, construidas, integradas, puestas en servicio y mantenidas por el Concesionario durante toda la vigencia del Contrato.

8.2 Las tablas contenidas en la presente Sección identifican, como mínimo, la ubicación, tipología y función de las estructuras ferroviarias principales requeridas para el Proyecto. Sus características técnicas, criterios de diseño, requisitos de desempeño y vida útil deberán cumplir lo establecido en el presente Apéndice Técnico y en los demás documentos contractuales aplicables.

8.3 El Proyecto deberá comprender, como mínimo, las estructuras identificadas en el Apéndice Técnico 1. En caso de contradicción entre la siguiente tabla y el Apéndice Técnico 1, prevalecerá lo dispuesto en el Apéndice Técnico 1.

Tabla 2. Estructuras mínimas obligatorias

Código	Tipo	PK	Obstaculo(s) a cruzar	Parámetros Básicos de Diseño (PBD)
EM-01	Box culvert	PK00+202 – PK00+226	Canal San Francisco	Armonización con proyectos EAAB
EM-02	Viaducto	PK00+440 – PK01+400	Av. Esperanza y Calle 26	Gálbo libre de 6,5 m sobre calzadas vehiculares
EM-03	Viaducto	PK01+804 – PK02+414	Av. Calle 53 y Carrera 60	Gálbo libre de 7,0m sobre calzadas vehiculares
EM-04	Puente	PK02+699 – PK03+149	Calle 63	Gálbo libre 7,0 m sobre calzadas vehiculares
EM-05	Viaducto	PK03+682 – PK04+202	NQS y Canal Salitre	Gálbo libre de 6,5 m sobre calzadas vehiculares,
EM-06	Deprimido férreo	PK08+136 – PK09+454	Glorieta calle 100 por carrera 15 y calle 106	Gálbo libre de 6,5 m sobre calzadas vehiculares
EM-07	Puente	PK12+741 – PK13+194	Calle 140	Gálbo libre 7,0 m sobre calzadas vehiculares
EM-08	Puente	PK13+556 – PK13+976	Calle 147	Gálbo libre de 6,5 m sobre calzadas vehiculares
EM-09	Viaducto	PK14+889 – PK15+864	Calle 161, Calle 163a y Calle 165	Gálbo libre de 6,5 m sobre calzadas vehiculares
EM-10	Viaducto	PK 18+073- PK 19+923	Calle 189, Calle 192 y Calle 200	Gálbo libre de 6,5 m sobre calzadas vehiculares
EM-11	Puente	PK 21+455 – PK 21+905	Calle 222	Gálbo libre de 6,5 m sobre calzadas vehiculares
EM-12	Puente	PK 30+207 - PK30+287	Río Bogotá	Luz mínima de 80m
EM-13	Viaducto	PK 33+134 – PK 33+858	Ruta Nacional 45a	Gálbo libre de 7,0 m sobre calzadas vehiculares

<u>EM-14</u>	<u>Puente</u>	<u>PK 37+445 –</u> <u>PK 37+885</u>	<u>Ruta Nacional</u> <u>45a</u>	Gálibo libre de 6,0 m sobre calzadas vehiculares,
<u>EM-15</u>	<u>Viaducto</u>	<u>PK 41+723-</u> <u>PK 42+223</u>	<u>Ruta Nacional</u> <u>45a</u>	Gálibo libre de 7,0 m sobre calzadas vehiculares,

8.4 La identificación de las obras anteriores no limita la obligación del Concesionario de desarrollar todas las estructuras necesarias que resulten para garantizar la estabilidad y funcionamiento de la infraestructura.

8.5 Las estructuras principales identificadas en el presente Apéndice constituyen las obras mínimas obligatorias que deberán ser desarrolladas por el Concesionario para garantizar la funcionalidad, estabilidad y desempeño del Proyecto. La identificación de dichas estructuras no limita la obligación del Concesionario de ejecutar todas las demás obras complementarias que resulten necesarias para el cumplimiento de las obligaciones del Contrato.

8.6 Sin perjuicio de los Parámetros Básicos de Diseño establecidos en el presente Apéndice, corresponderá al Concesionario definir el diseño definitivo y la solución estructural de cada una de las estructuras previstas, incluyendo, entre otros, el sistema estructural, los materiales, la metodología constructiva y los demás aspectos propios de la ingeniería de detalle, siempre que se mantenga la tipología funcional de la estructura prevista (por ejemplo, puente, viaducto, paso inferior o paso superior), se cumplan los requisitos del Contrato y se acrediten niveles de desempeño iguales o superiores a los exigidos para el Proyecto.

8.7 Lo anterior no habilita al Concesionario para suprimir, sustituir o modificar la tipología funcional de las estructuras previstas, ni el alcance funcional del Proyecto, la ubicación general de las obras, los Límites de Intervención o las demás condiciones esenciales definidas en el Contrato y sus Apéndices Técnicos.

8.8 ACCIONES DE DISEÑO Y MODELO DE CARGA

8.9 Sin perjuicio de lo establecido en el Apéndice Técnico 8, las estructuras se diseñarán para la envolvente más desfavorable entre:

- a. las cargas ferroviarias de proyecto definidas conforme a los criterios de diseño establecidos en normativa aplicable

- b. el tren tipo real del material rodante del Proyecto, con la carga por eje definida en el Apéndice Técnico 5 y en el Apéndice Técnico 15, incrementada en un 10% para prever la evolución de la flota;

8.10 Se considerarán además, como mínimo, las siguientes acciones: coeficiente dinámico conforme a la norma adoptada (AASHTO, EN 1991-2...) en función de la longitud determinante y del estado de mantenimiento de la vía; fuerzas de frenado y arranque; fuerza centrífuga y de lazo; efectos de interacción vía-estructura; acciones térmicas diferenciales; retracción y fluencia; viento; sismo conforme a la NSR-10 y al CCP-14; cargas de mantenimiento; y acciones accidentales de descarrilamiento.

8.11 Se verificará el impacto vehicular sobre pilas conforme al CCP-14 en toda pila situada a menos de 10 m del borde de calzada que no se encuentre protegida por barrera de contención certificada.

8.12 La verificación a fatiga es obligatoria para todos los elementos metálicos, mixtos y de concreto pretensado, con el espectro de tráfico previsto para la vida útil de diseño.

8.13 El diseño sísmico de las estructuras se verificará para dos niveles de amenaza, con los objetivos de desempeño que se indican a continuación:

Tabla 3. Niveles de sismo y objetivos de desempeño

Nivel de sismo	Objetivo de desempeño	Referencia normativa
Sismo Esperado (EE)	Servicio inmediato; daño mínimo o nulo, con componentes en rango elástico	Estudio de amenaza sísmica local del corredor y guías de desempeño aplicables
Sismo Máximo Considerado (MCE)	Prevención del colapso; daño significativo admisible sin colapso parcial ni total	CCP-14 y NSR-10, con el estudio de microzonificación sísmica aplicable a cada municipio del corredor

8.14 En el Distrito Capital se aplicará el Decreto Distrital 523 de 2010 sobre microzonificación sísmica, o la norma que lo sustituya. En los demás municipios, ante la ausencia de microzonificación oficial, el Concesionario elaborará el estudio de amenaza sísmica local correspondiente.

8.15 Ante un evento de descarrilamiento, el Viaducto y el Tramo Deprimido deberán diseñarse de forma que no se produzca el vuelco ni el colapso global de la estructura, conforme al artículo 4.5.2 de la ACI 343.1R-12 y al artículo 6.7.1 de la EN 1991-2. Se verificará además la condición de ruptura de riel.

- 8.16 Las cargas vivas en pasillos de evacuación, plataformas, cubiertas y edificios de acceso se determinarán conforme a la ACI 343.1R-12 y a las cargas mínimas de la ASCE/SEI 7.
- 8.17 Para los Viaductos se considerarán las cargas propias del método constructivo adoptado, incluidos lanzamiento de vigas, viga lanzadora e izaje. Para el Tramo Deprimido se considerarán las cargas y condiciones de estabilidad de cada fase de excavación, apuntalamiento o anclaje temporal.

SECCIÓN 9 – REQUISITOS FUNCIONALES

- 9.1 Las estructuras deberán permitir la operación continua, segura y eficiente del Sistema Ferroviario durante toda la vigencia de la Concesión
- 9.2 Las estructuras deberán diseñarse y mantenerse de forma tal que no introduzcan restricciones permanentes o recurrentes que afecten: a) la capacidad del Sistema; b) la frecuencia de operación; c) la velocidad operacional; d) la confiabilidad del servicio; e) la disponibilidad de la infraestructura; f) la seguridad del sistema.
- 9.3 Las estructuras deberán resultar compatibles con los requisitos operacionales establecidos en el Apéndice Técnico 1 y los demás Apéndices del Contrato.
- 9.4 Los puentes y viaductos deberán diseñarse considerando las acciones derivadas de: a) cargas ferroviarias estáticas y dinámicas; b) cargas de mantenimiento; c) acciones sísmicas; d) acciones hidráulicas cuando corresponda; e) acciones de viento; f) cargas accidentales previsibles.
- 9.5 Cuando la altura, configuración o localización de la estructura lo justifique, el Concesionario deberá incorporar medidas destinadas a: a) prevenir caídas de personas; b) evitar la caída de objetos sobre terceros; c) restringir accesos no autorizados; d) facilitar las labores de rescate y evacuación.
- 9.6 Las estructuras deberán incorporar las protecciones necesarias para limitar las consecuencias de un eventual descarrilamiento cuando la configuración del sitio o las condiciones operacionales así lo requieran.
- 9.7 Además de los estados límite últimos, las estructuras cumplirán los estados límite de servicio ferroviarios que se indican a continuación, los cuales constituyen Parámetros Básicos de Diseño:

Tabla 4. Límites de deformación, vibración e interacción vía-estructura

Parámetro	Límite
Deflexión vertical máxima del tablero bajo LM71 afectado por el coeficiente dinámico	L/600
Deflexión vertical para nivel de confort muy bueno del pasajero	De L/1500 a L/2600 según luz y velocidad, conforme a EN 1990 Anexo A2
Aceleración vertical máxima del tablero, vía sobre balasto	3,5 m/s ²
Aceleración vertical máxima del tablero, vía en placa	5,0 m/s ²
Alabeo del tablero medido en base de 3 m	1,5 mm/3 m para velocidad de proyecto hasta 120 km/h
Giro extremo del tablero en juntas, vía sobre balasto	6,5 × 10 ⁻³ rad
Desplazamiento longitudinal relativo entre tablero y carril	5 mm con dispositivo de dilatación de vía; 30 mm sin él
Desplazamiento horizontal transversal del tablero	L/4000
Variación de ángulo en planta por deformación	0,0035 rad
Esfuerzo adicional de compresión en el carril por interacción vía-estructura	72 MPa
Esfuerzo adicional de tracción en el carril por interacción vía-estructura	92 MPa
Primera frecuencia propia vertical	Dentro del rango admisible de EN 1991-2 para la velocidad de proyecto; fuera de él, el análisis dinámico es obligatorio

9.8 El análisis dinámico es obligatorio en toda estructura con luz superior a 20 m, en las estructuras de más de dos vanos continuos y en toda estructura en la que la velocidad de proyecto supere 120 km/h o en la que la frecuencia propia quede fuera del rango admisible.

9.9 El diseño se verificará conforme a la ficha UIC 774-3. La longitud dilatable máxima sin aparato de dilatación de vía será de 60 m en estructuras metálicas y de 90 m en estructuras de concreto. El Concesionario minimizará el número de aparatos de dilatación de vía y justificará técnicamente cada uno de ellos.

9.10 Constituyen gálibos mínimos los siguientes:

Tabla 5. Gálibos mínimos

Gálibo	Valor mínimo
Gálibo vertical sobre calzada vehicular	6,50 m
Gálibo vertical sobre vía férrea existente o proyectada	Los establecidos en la Tabla 3 “Estructuras Mínimas Obligatorias” Si no está en esta tabla será de mínimo, 6.50 m, o el que exija la ANI para el corredor férreo nacional
Gálibo vertical sobre ciclorruta y andén	2,50 m
Gálibo horizontal a calzada vehicular, desde el borde de sardinel al borde externo de pila o estructura	1,60 m; valores menores sólo con barrera de contención certificada
Gálibo eléctrico bajo estructuras con catenaria	Según el Apéndice Técnico 9

- 9.11 En la totalidad de los puentes y viaductos ferroviarios del Proyecto, sin sujeción a apreciación sobre la configuración del sitio, se dispondrá: contracarriles o dispositivo equivalente de guiado en toda la longitud de la estructura y en 20 m a cada lado de sus extremos; muro o barrera longitudinal de contención dimensionada para retener el vehículo descarrilado dentro del tablero, verificada por energía cinética del tren tipo a la velocidad de proyecto; y, sobre vías arteriales, corredores troncales, cauces, edificaciones y áreas de concentración de personas, barrera de altura no inferior a 1,20 m con capacidad de retención verificada.
- 9.12 Todo puente y viaducto dispondrá de pasarela lateral continua de evacuación de ancho libre no inferior a 0,70 m, con superficie antideslizante, pasamanos continuo a 1,10 m de altura, iluminación de emergencia con autonomía no inferior a 90 minutos y accesos a nivel de terreno a intervalos no superiores a 500 m.
- 9.13 No se aceptará, en ningún caso: juntas de dilatación en sectores intermedios de la superestructura, admitiéndose únicamente en los extremos; juntas metálicas, debiendo ser las juntas de tipo elastomérico o de mejor desempeño verificado; vigas simplemente reforzadas en superestructura, admitiéndose únicamente elementos presforzados, mixtos o metálicos; plaquetas o placas prefabricadas sin continuidad en el refuerzo de distribución para el tablero; apoyos no reemplazables, debiendo todo apoyo ser sustituible mediante gateo, con puntos de gateo, holguras y capacidad estructural previstos y señalizados en los planos; elementos estructurales inaccesibles para inspección visual directa; ni soluciones que requieran la suspensión total del servicio ferroviario para sustituir cualquier elemento de desgaste o apoyo.
- 9.14 En estructuras nuevas adyacentes o empalmadas a estructuras existentes se verificará la compatibilidad de deformaciones y la separación necesaria para evitar golpeteo bajo el sismo de diseño con movimientos convergentes.
- 9.15 En infraestructura de concreto se garantizará que la plastificación ante cargas espectrales se concentre en los elementos de columna y en el espaldar de los estribos, zonas de acceso e intervención factible, evitando condiciones de columna corta derivadas de rellenos, zonas duras o restricciones no previstas.

SECCIÓN 10 – VIDA ÚTIL Y DURABILIDAD

- 10.1 Salvo disposición más exigente contenida en la normativa aplicable, los elementos estructurales principales deberán diseñarse considerando una vida útil mínima de cien (100) años.
- 10.2 El Concesionario deberá justificar técnicamente la vida útil considerada para cada tipología estructural.
- 10.3 El Concesionario deberá identificar y gestionar los mecanismos de deterioro previsibles para cada estructura.
- 10.4 Como mínimo deberán evaluarse: a) corrosión; b) fatiga; c) abrasión; d) erosión; e) socavación; f) ataque químico; g) degradación por humedad; h) degradación térmica; i) deterioro asociado a eventos extremos.
- 10.5 Las soluciones adoptadas deberán minimizar la necesidad de intervenciones mayores durante la vigencia de la Concesión.
- 10.6 La vida útil de diseño será de cien (100) años para los elementos estructurales principales de puentes, viaductos, deprimidos ferroviarios y estructuras de estaciones; de cincuenta (50) años para los elementos secundarios y de contención; y no inferior a veinticinco (25) años para los elementos de desgaste y reemplazo programado, tales como apoyos, juntas, impermeabilizaciones y drenajes, los cuales deberán además ser sustituibles en los términos del contrato y sus Apéndices.
- 10.7 La estructura entregará, al momento de la reversión, una vida útil remanente no inferior a la de diseño menos el tiempo transcurrido, acreditada mediante inspección principal y ensayos no destructivos realizados dentro de los 24 meses anteriores.
- 10.8 Los elementos de concreto cumplirán, como mínimo, las siguientes especificaciones de durabilidad en función de la clase de exposición, conforme a la NSR-10 título C y al CCP-1

Tabla 6. Especificaciones mínimas de durabilidad del concreto

Elemento	Resistencia mínima f'_c	Relación A/MC máxima	Recubrimiento mínimo	Requisitos adicionales
Superestructura de puentes y viaductos	35 MPa	0,45	50 mm	Contenido mínimo de material cementante de 350 kg/m ³
Pilas y estribos expuestos	35 MPa	0,45	50 mm	—
Cimentaciones en contacto con suelo o agua con sulfatos	35 MPa	0,40	75 mm	Cemento resistente a sulfatos y adiciones puzolánicas

Elemento	Resistencia mínima f'_c	Relación A/MC máxima	Recubrimiento mínimo	Requisitos adicionales
Estructura de túnel y deprimidos	35 MPa	0,45	50 mm	Concreto impermeabilizado; tamaño máximo de agregado 25 mm; control estricto de juntas
Muros de contención	28 MPa	0,50	50 mm	—
Elementos en zona de salpicadura o inmersión	42 MPa	0,40	75 mm	Ensayo de penetración de cloruros

10.9 Por tratarse de un sistema electrificado, todo elemento de concreto reforzado en contacto con la plataforma o con el terreno incorporará medidas de protección contra la corrosión por corrientes vagabundas conforme a la norma EN 50122-2, incluyendo la continuidad eléctrica y el aislamiento del refuerzo según corresponda, puntos de medición de potencial accesibles a intervalos no superiores a 500 m y registro de la resistencia longitudinal de la vía. Sin perjuicio de lo establecido en el Apéndice Técnico 8, el diseño se coordinará obligatoriamente con el Apéndice Técnico 9.

10.10 Todo tablero incorporará sistema de impermeabilización continuo, con garantía de fabricante no inferior a 10 años, y drenaje conducido. No se admite la descarga libre de aguas sobre elementos estructurales, calzadas, andenes ni cauces sin estructura de recolección.

10.11 El límite elástico especificado del acero de refuerzo será $f_y = 420$ MPa, salvo justificación técnica expresa aceptada por la Interventoría. Las características del concreto, del acero de refuerzo, del acero de preesforzado y del acero estructural cumplirán como mínimo las especificaciones del CCP-14.

10.12 Los aparatos de apoyo cumplirán los requisitos del artículo 18.2 de las AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications y de la norma AASHTO M 251. El Concesionario determinará el módulo de cortante mediante ensayos conforme a la norma ASTM D4014.

10.13 Las tolerancias constructivas para la posición del tablero, los pilotes y los elementos de concreto vaciado en sitio y prefabricado cumplirán, como mínimo, los valores establecidos en el CCP-14.

SECCIÓN 11 – INSPECCIONALIDAD Y MANTENIBILIDAD

- 11.1 Las estructuras deberán garantizar accesos permanentes a pasarelas de inspección, puntos de anclaje, facilidades para equipos de mantenimiento e instrumentación, que permitan realizar actividades de inspección, monitoreo, mantenimiento, rehabilitación y renovación de forma segura y eficiente.
- 11.2 Los accesos deberán permitir inspeccionar todos los componentes críticos de la estructura.
- 11.3 No se aceptarán soluciones que requieran desmontajes significativos, interrupciones prolongadas de servicio o intervenciones extraordinarias para acceder a elementos sujetos a inspección periódica.
- 11.4 Todo puente y viaducto incorporará accesos permanentes a apoyos y al interior del cajón cuando aplique, pasarelas de inspección, puntos de anclaje y líneas de vida certificados para trabajo en altura conforme a la normativa de seguridad y salud en el trabajo, iluminación y toma eléctrica en cámaras de apoyo, y espacio de maniobra para gatos hidráulicos en la totalidad de los apoyos.
- 11.5 El Concesionario entregará, como requisito previo a la puesta en servicio de cada estructura, el Manual Integral de Mantenimiento y Conservación, que contendrá el inventario de componentes con sus fichas técnicas, los protocolos y frecuencias de inspección, los procedimientos de intervención y sustitución con tiempos y recursos asociados, y los umbrales de alerta y de acción por elemento.
- 11.6 La información de activos, inspecciones e intervenciones se registrará en el modelo BIM del Proyecto, con acceso concurrente de la EFR y de la Interventoría, y se entregará actualizada al momento de la reversión.
- 11.7 Las frecuencias mínimas de inspección de estructuras serán las siguientes:

Tabla 7. Frecuencias mínimas de inspección de estructuras

Tipo de inspección	Frecuencia mínima
Inspección rutinaria visual	Semestral
Inspección principal detallada, con acceso a todos los elementos	Cada 2 años
Inspección especial, con ensayos no destructivos, batimetría y evaluación de socavación	Cada 5 años y dentro de los 24 meses previos a la reversión
Inspección extraordinaria tras sismo que supere el umbral de aceleración definido en el diseño, creciente extraordinaria, impacto o descarrilamiento	El Concesionario deberá realizar una evaluación inicial de seguridad tan pronto como las condiciones de acceso y seguridad lo permitan, adoptar las medidas operacionales que correspondan e informar a la EFR dentro de las veinticuatro (24) horas siguientes al evento. La inspección detallada deberá

Tipo de inspección	Frecuencia mínima
	ejecutarse en el menor plazo técnicamente posible, de acuerdo con la naturaleza y magnitud del evento.

Si

SECCIÓN 12 – RESILIENCIA Y ROBUSTEZ

- 12.1 Las estructuras deberán diseñarse considerando los eventos naturales y antrópicos razonablemente previsibles durante su vida útil.
- 12.2 Como mínimo deberán evaluarse: a) eventos sísmicos; b) inundaciones; c) crecientes extraordinarias; d) socavación; e) movimientos de masa; f) incendios; g) impactos accidentales; h) eventos climáticos extremos.

SECCIÓN 13 – MONITOREO, INSTRUMENTACIÓN Y PRUEBAS DE CARGA

- 13.1 La necesidad de instrumentación deberá justificarse mediante análisis de riesgos y criticidad.
- 13.2 La EFR y la Interventoría podrán requerir la implementación o ampliación de programas de monitoreo cuando consideren que la información disponible resulta insuficiente,
- 13.3 Toda estructura de puente y viaducto ferroviario, así como las placas aéreas de deprimidos y los pasos vehiculares nuevos, se someterá a prueba de carga previa a su puesta en servicio.
- 13.4 El Concesionario presentará, como parte de los Estudios y Diseños de Detalle y con no objeción de la Interventoría previa a su ejecución, el protocolo de prueba de carga, que incluirá las hipótesis y tipos de carga, los planos detallados de la prueba, las tablas de control, el posicionamiento de la carga en cada una de las etapas, los equipos certificados de aplicación y de medición con sus especificaciones mínimas y puntos de instalación, los valores teóricos esperados y los criterios cuantitativos de aceptación, incluidos el porcentaje máximo de desviación admisible entre la respuesta medida y la calculada y la recuperación mínima tras la descarga.
- 13.5 Se realizará prueba de carga estática en la totalidad de las estructuras y, adicionalmente, prueba dinámica en las estructuras identificadas en la Tabla 2 y en toda estructura sometida a análisis dinámico obligatorio.

- 13.6 El incumplimiento de los criterios de aceptación impide la puesta en servicio y obliga a la investigación de causas y a la ejecución del refuerzo o la reconstrucción que corresponda, a cargo exclusivo del Concesionario.

SECCIÓN 14 – REQUISITOS ESPECÍFICOS DEL VIADUCTO

- 14.1 En los cruces sobre vías de la malla vial arterial, cuerpos de agua o intersecciones viales a desnivel, el Concesionario evaluará como mínimo dos alternativas de tipología estructural, sustentando la selección desde los puntos de vista técnico, económico, constructivo, ambiental, urbanístico, y de durabilidad, y acreditando la minimización del impacto sobre la calzada vehicular existente durante la construcción.
- 14.2 La tipología estructural adoptada mantendrá continuidad estética a lo largo del corredor, minimizando el número de tipologías distintas entre tramos contiguos.
- 14.3 Las pilas serán preferiblemente de sección circular o rectangular con aristas redondeadas, integradas de forma continua con el capitel.
- 14.4 El sistema de drenaje del Viaducto quedará embebido en el interior de las pilas, sin elementos vistos en fachada, y conducirá las aguas lluvias a la red de alcantarillado por gravedad.
- 14.5 El acabado del concreto a la vista será uniforme, sin exposición de agregado grueso, ejecutado con formaletras metálicas de acabado liso.
- 14.6 Se garantizará la posibilidad de reemplazo de los aparatos de apoyo sin interrupción de la operación del sistema.
- 14.7 El Concesionario evaluará la necesidad de dispositivos de mitigación de ruido y vibraciones, integrados sin afectar la calidad estética del Viaducto ni su capacidad estructural, en coordinación con el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto y el estudio específico de ruido y vibraciones.

SECCIÓN 15 – DEPRIMIDOS FERROVIARIOS

- 17.1 El Concesionario garantizará que los deprimidos ferroviarios constituyan estructuras estancas, ventiladas, seguras y resilientes durante toda su vida útil. La entrega no se acredita con la finalización de la excavación, sino con la certificación de que la totalidad de los sistemas de seguridad opera conforme a los estándares definidos.

- 17.2 La condición de estanqueidad implica la ausencia de lámina de agua sobre la plataforma. La infiltración máxima admisible será de 0.44 Litros/s. Ninguna filtración podrá alcanzar equipos, catenaria, señalización ni la plataforma de vía.
- 17.3 El sistema de ventilación se dimensionará de acuerdo con la normatividad aplicable, y con capacidad de control de la velocidad crítica de humos, redundancia N+1 y respaldo energético de 72 horas.
- 17.4 El deprimido férreo de la calle 100 dispondrá de pasillo lateral continuo de evacuación de ancho libre no inferior 0.80m, iluminación de emergencia con autonomía no inferior a 90 minutos, señalización fotoluminiscente y salidas de emergencia o galerías de conexión necesarias según normativa de evacuación vigente.
- 17.5 Los elementos estructurales cumplirán la resistencia al fuego correspondiente a la curva de fuego de túnel aplicable. Se dispondrá red de hidrantes o sistema equivalente, detección temprana de incendio y comunicación permanente con el Centro de Control.
- 17.6 El drenaje y bombeo se regirá por lo dispuesto en la Sección correspondiente de este Apéndice Técnico y el Apéndice Técnico 8.
- 17.7 La estabilidad y el monitoreo se regirán por lo dispuesto en el presente Apéndice, con secciones de convergencia cada 20 m y control de asentamiento en superficie conforme a los umbrales de la Sección 24.
- 17.8 El diseño preverá desde su inicio los espacios, anclajes, canalizaciones y gálidos requeridos por la catenaria, la señalización, las comunicaciones y la energía, sin que su instalación posterior comprometa la sección libre ni la integridad estructural.
- 17.9 El tramo deprimido férreo se desarrolla entre las calles 97 y 106 aproximadamente, e incluye sus estructuras de contención, accesos, rampas de transición y sistemas de drenaje y sistemas de bombeo. Su localización y longitud definitivas harán parte de la debida diligencia del Concesionario.
- 17.10 Las estructuras de contención del tramo deprimido sean muros pantalla, muros en voladizo o estructuras tipo cajón según lo determine el estudio geotécnico, garantizarán el control de las subpresiones, la estabilidad de las excavaciones en todas las etapas constructivas y la evacuación segura de las aguas lluvias y freáticas.
- 17.11 El Concesionario determinará los coeficientes de presión de tierra, activa, pasiva y en reposo según la etapa constructiva, el nivel freático de diseño y las subpresiones sobre la

losa de fondo. Es obligatoria la verificación de flotación de la estructura ante el nivel freático máximo probable, con factor de seguridad no inferior a 1,10 en condición de construcción y 1,20 en condición de servicio.

17.12 Se diseñará el sistema de impermeabilización de pantallas y losa de fondo, así como las juntas de construcción y de dilatación correspondientes.

17.13 El Concesionario especificará en detalle la secuencia de excavación y construcción de las pantallas, verificando mediante modelación geotécnica la estabilidad de la excavación en cada fase, y definirá los sistemas de apuntalamiento o anclaje temporal requeridos y los puntos de control de deformaciones por inclinometría y piezometría. Se garantizará que los empujes generados durante la construcción no ocasionen desplazamientos convergentes de las pantallas que reduzcan el ancho útil de diseño.

17.14 La sección tipo del tramo deprimido, comprensiva de ancho útil, gálibo vertical y pendientes de las rampas de transición, será compatible con el gálibo cinemático del Material Rodante y con los requisitos de evacuación peatonal en emergencia.

17.15 El Concesionario definirá los protocolos de operación ante falla del sistema de bombeo, incluidos alarmas, cierre operacional preventivo del tramo y procedimientos de emergencia.

SECCIÓN 16 – ESTRUCTURAS EXISTENTES: PATOLOGÍA Y REFORZAMIENTO

16.1 Para las estructuras existentes del corredor férreo que deban conservarse, rehabilitarse o reforzarse, el Concesionario adelantará la inspección de diagnóstico preliminar, el levantamiento de detalle comprensivo de geometría, refuerzo, fisuración, avance de carbonatación y estado de los materiales, y la evaluación estructural correspondiente.

16.2 Con base en dicha evaluación, el Concesionario determinará y ejecutará las obras de reparación, refuerzo o sustitución necesarias para que la estructura alcance los Parámetros Básicos de Diseño exigidos para una estructura nueva equivalente, o justificará técnicamente su sustitución.

16.3 La entrega de una estructura existente intervenida se sujeta a las mismas condiciones de vida útil remanente, inspeccionabilidad y mantenibilidad exigidas en el presente Apéndice.

- 16.4 La instrumentación estructural es obligatoria, sin sujeción a la apreciación del Concesionario, en la totalidad de las estructuras identificadas en la Tabla 2, en toda estructura con luz superior a 40 m, en toda estructura sobre corriente natural con apoyo en cauce o en llanura de inundación, en el cruce del Río Bogotá y en toda estructura con apoyos localizados en las franjas de influencia de CENIT, de la conducción TIBITOC o de líneas de alta tensión.
- 16.5 Sin perjuicio de los requisitos mínimos de instrumentación establecidos en la presente Sección, el Concesionario deberá implementar la instrumentación adicional que sea requerida por las Empresas de Servicios Públicos o por los propietarios u operadores de infraestructura de terceros como condición para la ejecución de las obras, durante el tiempo y bajo las condiciones que dichas entidades establezcan. En las demás estructuras, la instrumentación se definirá mediante análisis de criticidad sujeto a no objeción, sin que pueda clasificarse como de criticidad baja ninguna estructura cuya falla afecte la seguridad de los usuarios, la continuidad del servicio o infraestructura de terceros.
- 16.6 Para las estructuras identificadas en la Tabla 2, el Concesionario deberá desarrollar análisis específicos que demuestren la adecuada gestión de los riesgos asociados a: a) continuidad operacional; b) resiliencia; c) mantenibilidad; d) accesibilidad para inspección; e) riesgos hidráulicos; f) riesgos geotécnicos; g) interacción con terceros; h) afectaciones urbanas; i) afectaciones ambientales.
- 16.7 La EFR y la Interventoría podrán requerir estudios complementarios, simulaciones, análisis de alternativas o verificaciones independientes para cualquiera de las estructuras incluidas en esta Sección.
- 16.8 La aprobación de una solución estructural por parte de la Interventoría no liberará al Concesionario de su responsabilidad integral respecto del desempeño, disponibilidad, durabilidad y seguridad de las estructuras durante toda la vigencia de la Concesión.
- 16.9 En los casos donde se tenga una estructura hidráulica, se deberá tener en cuenta los siguientes lineamientos según su localización y el tipo de intervención:
- a. En caso de que el proyecto cruce una estructura hidráulica, pero no la intervenga ni la reemplace, el Concesionario deberá realizar una evaluación estructural, para determinar que el proyecto no sobrepase la capacidad portante del box culvert o sección de tubería de alcantarillado o acueducto. En caso de que su capacidad

sea sobrepasada según los estudios, la Empresa de Servicios Públicos (ESP) exigirá la construcción de una estructura de protección antes de que la infraestructura sea implantada.

- b. En caso de que el proyecto cruce una estructura hidráulica, y la intervenga (sea canalización, box culvert, sección circular de alcantarillado, etcétera) el Concesionario debe suministrar el Manual de Operación y Mantenimiento, donde se indique las rutinas de descolmatación, inspección visual y retiro de sedimentos. El manual de operación y mantenimiento, debe estar armonizado con los planos récord de obra, los cuales deben estar alineados con las normativas de la ESP del municipio que aplique (Bogotá, Chía, Cajicá o Zipaquirá).

16.10 Para garantizar el correcto funcionamiento de la sección hidráulica, esta debe permanecer libre de obstrucciones, evitando arrastre de lodos y materiales de construcción y de obra.

16.11 Si la estructura hidráulica se encuentra en jurisdicción de la CAR, su operación y mantenimiento debe darse según el permiso de ocupación del cauce.

16.12 Adicionalmente, el Concesionario debe dejar en constancia, el su Plan de Manejo Ambiental (PMA) los protocolos de mantenimiento preventivo de las estructuras de control.

SECCIÓN 17 – DEMOSTRACIÓN DE CUMPLIMIENTO

17.1 El Concesionario deberá demostrar el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el presente Capítulo mediante: a) estudios estructurales; b) estudios geotécnicos; c) estudios hidráulicos; d) memorias de cálculo; e) análisis de durabilidad; f) análisis de resiliencia; g) planes de mantenimiento; h) programas de inspección; i) programas de monitoreo; j) resultados de instrumentación; k) cualquier otra evidencia técnica pertinente, cumpliendo con las normas técnicas establecidas.

17.2 La EFR y la Interventoría podrán solicitar aclaraciones, análisis complementarios, simulaciones, verificaciones independientes o información adicional cuando consideren que la documentación presentada no resulta suficiente para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el presente Capítulo.

CAPÍTULO III – MOVIMIENTO DE TIERRAS, GEOTECNIA Y ESTABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA

SECCIÓN 18 – MOVIMIENTO DE TIERRAS, GEOTECNIA y ESTABILIDAD

- 18.1 El presente Capítulo establece los requisitos funcionales, técnicos y de desempeño aplicables a las actividades de investigación geotécnica, movimiento de tierras, conformación de plataforma, estabilización, excavaciones, terraplenes, cortes y demás obras requeridas para garantizar la estabilidad y funcionalidad de la infraestructura civil del Proyecto.
- 18.2 El Concesionario será responsable de identificar, caracterizar, evaluar, gestionar y mitigar todos los riesgos geotécnicos asociados al Proyecto durante las fases de diseño, construcción, puesta en servicio, operación, mantenimiento y reversión.
- 18.3 Las obligaciones establecidas en el presente Capítulo constituyen obligaciones de resultado y no se limitarán a la ejecución de investigaciones o estudios específicos, sin perjuicio del cumplimiento normativo en todo momento.
- 18.4 Corresponderá al Concesionario garantizar que las condiciones geotécnicas existentes permitan alcanzar y mantener los niveles de seguridad, disponibilidad, confiabilidad y desempeño establecidos en el Contrato.

SECCIÓN 19 – INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS

- 19.1 El Concesionario deberá desarrollar todas las investigaciones geológicas, geotécnicas, hidrogeológicas y geomecánicas necesarias para caracterizar adecuadamente las condiciones del corredor y soportar el desarrollo de los diseños, incluyendo, pero sin limitarse a lo establecido en los Apéndices Técnicos 2 y 8.
- 19.2 Las investigaciones deberán cubrir, como mínimo: a) corredor ferroviario; b) estaciones; c) patios; d) talleres; e) subestaciones; f) puentes; g) viaductos; h) deprimidos ferroviarios; i) muros de contención; j) obras hidráulicas; k) demás estructuras relevantes.
- 19.3 La profundidad, alcance y densidad de las investigaciones deberán resultar suficientes para identificar los riesgos geotécnicos relevantes asociados a cada activo.

Tabla 8. Densidad y profundidad mínimas de exploración geotécnica

Elemento	Densidad mínima de sondeos	Profundidad mínima
Plataforma en terraplén o a nivel, sector urbano	1 sondeo cada 150 m de eje	3 veces la altura del terraplén, mínimo 15 m, y no menos de 5 m en material competente
Plataforma en terraplén o a nivel, sector suburbano	1 sondeo cada 250 m de eje	3 veces la altura del terraplén, mínimo 15 m, y no menos de 5 m en material competente
Corte o trinchera	1 sondeo cada 100 m y mínimo 2 por corte	1,5 veces la altura del corte bajo la rasante proyectada, mínimo 12 m
Estribo o pila de puente o viaducto	1 sondeo por apoyo o según normatividad aplicable Pilotes de pruebas o verificación	3 veces el diámetro del pilote bajo la punta prevista, mínimo 30 m, y no menos de 8 m en material competente. Si durante el diseño se adoptan factores de seguridad menores a los señalados en la norma, y se respalda argumentando que se verificará con las pruebas de carga, la prueba se vuelve obligatoria para ese proyecto
Muro de contención	1 sondeo cada 40 m y mínimo 2 por muro	2 veces la altura del muro, mínimo 15 m
Túnel o deprimido ferroviario	1 sondeo cada 50 m sobre el eje, más sondeos en portales y en cada cambio litológico	2 veces el diámetro equivalente bajo la solera, mínimo 15 m bajo solera
Estación, patio, taller y subestación	1 sondeo cada 900 m ² de huella, mínimo 3 por edificación	Según NSR-10 título H
Cruce hidráulico	1 sondeo por estructura	1,5 veces la profundidad de socavación total calculada bajo el lecho, mínimo 15 m

19.4 La campaña incluirá, como mínimo: ensayos SPT continuos en los primeros 10 m y cada 1,5 m en adelante; ensayos CPTu en al menos el 20% de los puntos localizados en depósitos lacustres de la Sabana; piezómetros de cuerda vibrante en no menos de un punto por cada 500 m de corredor y en la totalidad de los cortes, túneles y deprimidos, con registro no inferior a doce (12) meses continuos previos a la no objeción del diseño respectivo; ensayos de consolidación, corte y compresión inconfiada; caracterización de agresividad química del suelo y del agua freática, incluyendo sulfatos, cloruros, pH y resistividad, con densidad mínima de un ensayo cada 1.000 m y en todos los sitios de cimentación profunda; y ensayos de resistividad del terreno en la totalidad del trazado electrificado, con densidad mínima de un punto cada 500 m, para el diseño de la protección contra corrientes vagabundas.

- 19.5 La recuperación mínima en roca será del 90% y se registrará el RQD en la totalidad de las maniobras. Los sondeos con recuperación inferior se repetirán a costo del Concesionario.
- 19.6 Los estudios de factibilidad tienen carácter informativo. Su existencia no reduce la campaña mínima exigida ni traslada a la EFR riesgo alguno por su suficiencia, precisión o representatividad.
- 19.7 Previo al inicio de cada campaña, el Concesionario y la Interventoría suscribirán un Acta de Metodología que fije el alcance, los procedimientos, los laboratorios acreditados bajo ISO/IEC 17025, los formatos de registro y los criterios de aceptación de los ensayos. Esta obligación aplica a la totalidad de las actividades de investigación, ensayo y verificación reguladas en el presente Apéndice.
- 19.8 Con antelación al inicio de los trabajos, el Concesionario presentará a la Interventoría, para su no objeción, un Plan de Investigación del Subsuelo que contendrá, como mínimo: plano georreferenciado con sondeos, apiques, CPTu, DMT, geofísica, puntos de muestreo, piezómetros y exploraciones previas aceptadas; justificación del espaciamiento, profundidad y método adoptados para cada tramo homogéneo y activo; programa de perforación, muestreo, ensayos in situ, instalación de instrumentación y laboratorio; procedimientos de acceso, permisos, manejo de tránsito, seguridad y salud en el trabajo, gestión ambiental, localización de redes y restitución de áreas; protocolos de identificación, preservación, transporte, custodia y disposición de muestras; laboratorios, acreditaciones, certificados de calibración, personal responsable y cadena de custodia; y cronograma con criterios para ampliar o reorientar la campaña.
- 19.9 Los resultados se consolidarán en una base de datos geotécnica única, trazable y editable, entregable a la EFR y a la Interventoría, y de acuerdo con la gestión de información de la que trata el Apéndice Técnico 3. Cada registro incluirá ubicación, abscisa, coordenadas, cota, profundidad, método, equipo, operador, fecha, muestra, clasificación, resultado, unidad, norma de ensayo, laboratorio, incertidumbre o control aplicable y vínculo al reporte original firmado.
- 19.10 Los modelos numéricos documentarán geometría, malla, modelos constitutivos, parámetros, estados iniciales, condiciones de drenaje, interfaces, secuencia constructiva,

cargas, convergencia, análisis de sensibilidad, validación y limitaciones. Los archivos nativos se entregarán a la EFR y a la Interventoría en el marco del Apéndice Técnico 3.

19.11 No se permitirá seleccionar valores de diseño sin análisis estadístico y de sensibilidad que sustente los valores característicos adoptados por tramo homogéneo.

SECCIÓN 20 – CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

20.1 El Concesionario deberá desarrollar modelos geológicos y geotécnicos representativos para cada tramo del Proyecto.

20.2 La caracterización deberá permitir identificar, como mínimo: a) estratigrafía; b) condiciones hidrogeológicas; c) nivel freático; d) capacidad portante; e) potencial de asentamiento; f) potencial de expansión; g) susceptibilidad a licuación; h) erosión; i) socavación; j) inestabilidad de taludes; k) subsidencia; l) cavidades; m) demás riesgos relevantes.

20.3 La información obtenida, del modelo Geológico y Geotécnico, deberá mantenerse actualizada durante toda la vigencia de la Concesión cuando se identifiquen nuevas condiciones geotécnicas relevantes.

SECCIÓN 21 – ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL CORREDOR

21.1 El Concesionario elaborará y mantendrá actualizada una zonificación geotécnica del corredor que clasifique la totalidad del trazado en sectores homogéneos, indicando para cada uno el modelo geológico-geotécnico, el nivel freático de diseño, los parámetros de resistencia y deformabilidad adoptados, los mecanismos de falla potenciales, la categoría de riesgo (Alta, Media o Baja) y las medidas de mitigación y monitoreo asociadas.

21.2 La clasificación como riesgo Alto es obligatoria, sin que el Concesionario pueda degradarla, en: depósitos lacustres blandos de la Sabana con espesor de arcilla blanda superior a 15 m; sectores con terraplenes de altura superior a 4 m sobre suelos blandos; cortes de altura superior a 6 m; zonas de subsidencia regional documentada; franjas de 100 m a cada lado de los cruces del poliducto y jetducto de CENIT, de la línea de conducción TIBITOC de la EAAB y de las redes de alta tensión; portales y clave del túnel y de los deprimidos; llanura de inundación del Río Bogotá; y todo sector en el que el Concesionario proyecte cimentación superficial sobre suelo blando.

21.3 La zonificación constituye entregable de diseño y requiere no objeción de la Interventoría previa a la iniciación de las obras de movimiento de tierras en el sector respectivo, de acuerdo con el Apéndice Técnico 8. La zonificación condiciona el alcance del programa de instrumentación.

SECCIÓN 22 – TERRAPLENES, CORTES Y EXCAVACIONES

22.1 Los terraplenes, cortes y excavaciones deberán diseñarse considerando las condiciones geológicas, geotécnicas, hidráulicas, ambientales y operacionales existentes en cada sector del Proyecto.

22.2 El Concesionario deberá garantizar la estabilidad de dichas obras durante toda la vigencia de la Concesión.

22.3 Las obras deberán mantener condiciones de estabilidad compatibles con los requisitos de desempeño de la infraestructura ferroviaria, evitando la ocurrencia de fallas globales o locales, movimientos excesivos, asentamientos inadmisibles o cualquier otro fenómeno susceptible de afectar la seguridad, disponibilidad o funcionalidad del Sistema Ferroviario.

22.4 El Concesionario deberá identificar y gestionar los mecanismos potenciales de falla que puedan afectar las obras de tierra.

22.5 Las soluciones adoptadas deberán minimizar la probabilidad de interrupciones operacionales derivadas de procesos geotécnicos.

22.6 Los análisis de estabilidad global, de falla local, de volcamiento, deslizamiento y capacidad portante cumplirán los factores de seguridad establecidos en el título H de la NSR-10 y, en ningún caso, valores inferiores a los siguientes:

Tabla 8. Factores de seguridad mínimos

Condición de análisis	Factor de seguridad mínimo
Estático, largo plazo, drenado	1,50
Estático, corto plazo, no drenado (construcción)	1,30
Pseudo-estático, sismo de diseño	1,10
Con nivel freático en condición extrema (saturación total)	1,25
Capacidad portante, cimentación superficial	3,00
Capacidad portante, cimentación profunda	2,50, o 2,00 con ensayo de carga
Excavaciones temporales con presencia de terceros, redes o vías en servicio en la zona de influencia	1,50

22.7 Cuando la falla del elemento pueda afectar la operación ferroviaria, una red matriz de servicios públicos, el poliducto o jetducto de CENIT o edificaciones de terceros, los factores de seguridad indicados se incrementarán en 0,10.

22.8 La plataforma ferroviaria se conformará conforme a la clasificación de calidad de suelos y espesores de la ficha UIC 719 R, con los siguientes valores mínimos:

Tabla 9. Requisitos mínimos de la plataforma y la capa de forma

Parámetro	Exigencia mínima
Clasificación del suelo de soporte bajo la capa de forma	QS2; los suelos QS1 y QS0 requieren mejoramiento o sustitución
Módulo de deformación en la coronación de la capa de forma	$Ev2 \geq 80$ MPa, con relación $Ev2/Ev1 \leq 2,2$
Módulo en la coronación de la plataforma, bajo subbalasto o losa	$Ev2 \geq 120$ MPa
Compactación de terraplén, en capas de espesor $\leq 0,30$ m	$\geq 95\%$ del Proctor Modificado, y $\geq 98\%$ en los 0,60 m superiores
CBR mínimo del material de la capa de forma	20%
Espesor mínimo de la capa de forma	0,50 m sobre suelo QS2 y 0,80 m sobre suelo mejorado
Pendiente transversal de la coronación	$\geq 3\%$ hacia los drenes longitudinales
Ensayos de control	1 densidad cada 500 m ² por capa; 1 placa de carga cada 100 m de plataforma terminada

22.9 No se admite el uso de suelos con límite líquido superior a 50 o índice de plasticidad superior a 25 en el núcleo de terraplenes; la conformación de terraplenes sobre suelo blando sin tratamiento previo verificado mediante instrumentación; el empleo de material proveniente de excavación sin caracterización previa; la ejecución de taludes en corte sin sistema de drenaje superficial y subsuperficial; ni la conformación de terraplenes en época de lluvia sin protección de las capas ya conformadas.

22.10 Los taludes en terraplén y en corte incorporarán bermas de ancho no inferior a 2,0 m cada 6,0 m de altura, con cunetas de coronación impermeabilizadas y descoles conducidos a estructura de disipación. Todo talud incorporará tratamiento de protección superficial contra la erosión, privilegiando soluciones basadas en la naturaleza y revegetalización con especies nativas cuando la pendiente y las condiciones del sitio lo permitan.

22.11 El diseño de terraplenes y cortes propenderá por minimizar la afectación predial, evaluando explícitamente soluciones de confinamiento, tales como muros, suelo reforzado o estructuras de contención, cuando la solución en talud abierto implique la afectación de predios adicionales.

SECCIÓN 23 – ASENTAMIENTOS Y DEFORMACIONES

23.1 El Concesionario garantizará que los asentamientos y deformaciones de la infraestructura no excedan, en ningún punto del corredor, los valores máximos admisibles siguientes, los cuales constituyen Parámetros Básicos de Diseño:

Tabla 10. Deformaciones máximas admisibles

Parámetro	Valor máximo admisible
Asentamiento total remanente de la plataforma posterior a la puesta en servicio, a 20 años	25 mm
Asentamiento diferencial longitudinal en plataforma	1/1000 (1 mm por metro)
Asentamiento diferencial transversal entre hilos de vía	5 mm
Asentamiento diferencial entre estructura y terraplén de acceso	10 mm en 20 m
Asentamiento total de cimentaciones de puentes y viaductos	15 mm
Asentamiento diferencial entre apoyos consecutivos	L/2000, con máximo de 10 mm
Desplazamiento horizontal de cabeza de muro de contención en servicio	0,2% de la altura, con máximo de 20 mm
Convergencia total en túnel	La que resulte del diseño, sin que induzca en superficie deformaciones fuera de los umbrales de esta tabla
Asentamiento inducido en edificaciones de terceros	Categoría de daño despreciable: asentamiento ≤ 10 mm y distorsión angular $\leq 1/500$
Deformación inducida en redes matrices de acueducto y alcantarillado y en el poliducto y jetducto de CENIT	La tolerancia que fije por escrito el propietario de la red; en su defecto, distorsión angular $\leq 1/1000$

23.2 Toda transición entre estructura y terraplén incorporará cuña de transición de longitud no inferior a 20 m con rigidez gradual, conforme a la ficha UIC 719 R. Su diseño constituye entregable independiente sujeto a no objeción.

23.3 La superación de cualquiera de los umbrales anteriores constituye por sí misma Disconformidad Técnica, con independencia de que se haya producido o no afectación al servicio, y activa las obligaciones de intervención correctiva.

23.4 El Concesionario ejecutará precargas, sobrecargas temporales, drenes verticales, inclusiones rígidas o los tratamientos que correspondan, con verificación instrumental del grado de consolidación alcanzado antes de la conformación de la capa de forma. No se admite la conformación de plataforma sobre suelo blando con grado de consolidación primaria inferior al 90% verificado mediante piezometría y placas de asentamiento.

23.5 Las deformaciones admisibles deberán resultar en todo caso compatibles con los requisitos establecidos para la vía permanente, las estructuras y los sistemas ferroviarios,

de acuerdo con los Apéndices Técnicos respectivos. Cuando el Apéndice Técnico 5 establezca tolerancias más exigentes, prevalecerán estas últimas.

SECCIÓN 24 – MUROS DE CONTENCIÓN Y OBRAS DE ESTABILIZACIÓN

SUBSECCIÓN 24.1 – OBJETO

- 24.1.1 El presente Capítulo establece los requisitos obligatorios, funcionales, técnicos y de desempeño aplicables a los muros de contención, estructuras de estabilización, sistemas de refuerzo y demás obras destinadas a garantizar la estabilidad y protección de la infraestructura ferroviaria.
- 24.1.2 Las disposiciones aquí contenidas serán aplicables tanto a las estructuras identificadas en el presente Apéndice, como a aquellas que el Concesionario determine necesarias para garantizar la estabilidad de la infraestructura.
- 24.1.3 Corresponderá al Concesionario identificar, diseñar, construir, operar, mantener, monitorear y renovar todas las obras requeridas para garantizar la estabilidad de la infraestructura durante toda la vigencia de la Concesión.
- 24.1.4 El Concesionario deberá desarrollar todas las obras de estabilización necesarias para garantizar el adecuado comportamiento geotécnico de la infraestructura.
- 24.1.5 La necesidad de dichas obras no se limitará a aquellas identificadas en los documentos de referencia del Proyecto.
- 24.1.6 Corresponderá al Concesionario identificar y ejecutar las medidas adicionales que resulten necesarias para garantizar la estabilidad del Sistema Ferroviario.
- 24.1.7 Las medidas podrán incluir, entre otras: a) mejoramiento de suelos; b) estabilización de taludes; c) drenajes geotécnicos; d) estructuras de contención; e) refuerzos; f) inclusiones rígidas; g) precargas; h) sistemas de monitoreo; i) cualquier otra solución técnicamente adecuada.

SUBSECCIÓN 24.2 – REQUISITOS TÉCNICOS MÍNIMOS DE LAS OBRAS DE CONTENCIÓN

- 24.2.1 Los factores de seguridad aplicables serán los establecidos por la normativa aplicable y el Contrato, incrementados en 0,10 cuando la falla pueda afectar la operación ferroviaria, redes matrices de servicios públicos, el polducto o jetducto de CENIT o edificaciones de terceros.

24.2.2 El desplazamiento horizontal máximo de la cabeza del muro en condición de servicio será de 0,2% de la altura, con máximo absoluto de 20 mm. El asentamiento diferencial no podrá inducir en la vía deformaciones superiores a los umbrales de la Sección 70.

24.2.3 Toda estructura de contención incorporará, como mínimo, los siguientes elementos de drenaje:

- a. geodrén o capa drenante continua en el trasdós, con transición granular o geotextil que impida su colmatación;
- b. barbacanas de diámetro no inferior a 100 mm, con separación máxima de 3,0 m en ambos sentidos y salida conducida a estructura de recolección; no se admite la descarga libre sobre talud, andén, calzada ni cauce;
- c. dren longitudinal en la base del trasdós con pendiente no inferior a 0,5% y registros de inspección y limpieza a intervalos no superiores a 50 m;
- d. impermeabilización de la coronación y del contacto con el terreno natural;
- e. verificación del diseño con nivel freático en condición extrema de saturación total del trasdós, con factor de seguridad no inferior a 1,25.

24.2.4 El diseño acreditará que la totalidad del sistema de drenaje resulta inspeccionable y limpiable sin excavación, sin cierre de vía y sin andamiaje especializado. No se aceptan soluciones de drenaje no mantenibles.

24.2.5 Los anclajes serán permanentes, con doble protección anticorrosiva, cabeza accesible y capacidad de ser reensayados y retensionados durante toda la vida útil. Se ensayará a tensión el 100% de los anclajes mediante ensayo de aceptación y no menos del 5%, con mínimo de dos por estructura, mediante ensayo previo de idoneidad. Se instalarán celdas de carga conforme a lo establecido en la sección 29.

24.2.6 La vida útil de diseño será de cien (100) años para los muros que soporten directamente la plataforma ferroviaria y de cincuenta (50) años para los demás. El estudio de agresividad del medio es obligatorio, con selección de materiales, recubrimientos y protecciones consecuente con sus resultados.

24.2.7 En taludes y obras de estabilización sin exigencia estructural incompatible, se privilegiarán soluciones basadas en la naturaleza, de bioingeniería, recubrimiento vegetal y estabilización con especies nativas, favoreciendo la integración paisajística y la captura de carbono.

SUBSECCIÓN 24.3 – REQUISITOS FUNCIONALES

- 24.3.1 Las obras de contención y estabilización deberán garantizar la estabilidad de la infraestructura ferroviaria y de los activos asociados durante toda la vigencia de la Concesión.
- 24.3.2 Las soluciones adoptadas deberán evitar movimientos, deformaciones, desplazamientos o deterioros susceptibles de afectar: a) la seguridad operacional; b) la disponibilidad del Sistema; c) la integridad de los activos; d) las propiedades vecinas; e) las infraestructuras de terceros.
- 24.3.3 Las obras de estabilización deberán resultar compatibles con las condiciones geotécnicas, hidráulicas, ambientales y operacionales del Proyecto.
- 24.3.4 La existencia de una obra de estabilización no eximirá al Concesionario de adoptar medidas complementarias cuando las condiciones del terreno así lo requieran.

SUBSECCIÓN 24.4 – MONITOREO Y GESTIÓN DE RIESGOS

- 24.4.1 El Concesionario deberá establecer programas de inspección periódica para la totalidad de los muros de contención y obras de estabilización.
- 24.4.2 La frecuencia de inspección y monitoreo deberá definirse por el Concesionario con base en una metodología de clasificación de criticidad aprobada por la Interventoría, considerando como mínimo: a) la tipología estructural; b) las condiciones geotécnicas; c) la altura de la estructura; d) el historial de comportamiento; e) las consecuencias de falla; f) la exposición a amenazas naturales; y g) la afectación potencial a la seguridad y disponibilidad del Sistema Ferroviario.
- 24.4.3 Sin perjuicio de la metodología propuesta por el Concesionario, las frecuencias mínimas de inspección visual serán las establecidas en la Tabla siguiente
- 24.4.4 Las frecuencias establecidas en la Tabla siguiente constituyen mínimos absolutos. La EFR y la Interventoría podrán elevar la categoría de criticidad de cualquier estructura en función del comportamiento observado.
- 24.4.5 La metodología de clasificación de criticidad será propuesta por el Concesionario, sin que pueda clasificarse como de criticidad Media o Baja ninguna estructura cuya falla afecte la seguridad de los usuarios, la geometría de la vía, la continuidad del servicio o

infraestructura de terceros. Toda estructura de criticidad Alta contará con instrumentación remota y automatizada; la inspección visual no será suficiente.

24.4.6 Es obligatoria la inspección extraordinaria dentro de las 6 horas siguientes a la ocurrencia de un sismo que supere el umbral de aceleración definido en el diseño, de una precipitación que supere el umbral de saturación definido para el sector, o de la activación de los niveles Amarillo o Rojo de la instrumentación. El informe correspondiente se remitirá a la EFR dentro de las 24 horas siguientes.

Tabla 11. Frecuencias mínimas de inspección

Categoría de Criticidad	Frecuencia Mínima
Alta	Trimestral
Media	Semestral
Baja	Anual

24.4.7 Las estructuras clasificadas como de criticidad alta o aquellas cuya falla potencial pueda comprometer la seguridad de las personas, la continuidad operacional o la integridad de la infraestructura ferroviaria deberán contar con programas específicos de monitoreo e instrumentación, cuya frecuencia de lectura y análisis será definida por el Concesionario en función de los riesgos identificados y aprobada por la Interventoría.

24.4.8 Adicionalmente, el Concesionario deberá realizar inspecciones extraordinarias después de eventos que puedan afectar la estabilidad de las estructuras, incluyendo, entre otros, lluvias extraordinarias, movimientos sísmicos, deslizamientos, inundaciones, socavaciones, incendios o cualquier otro evento relevante.

24.4.9 La EFR y la Interventoría podrán requerir instrumentación adicional cuando consideren que los riesgos identificados así lo ameritan.

24.4.10 Toda condición que evidencie pérdida de estabilidad deberá ser atendida de manera inmediata por el Concesionario.

24.4.11 Toda la información obtenida mediante inspecciones, monitoreo e instrumentación deberá mantenerse actualizada y estar disponible para la EFR y la Interventoría, de acuerdo con el Apéndice 3 – BIM.

SECCIÓN 25 – EXCAVACIONES, OBRAS TEMPORALES Y RIESGO PÚBLICO

- 25.1 Las excavaciones, zanjas, pozos, pantallas, entibados, tablestacados, excavaciones sin zanja y demás obras temporales se diseñarán y verificarán para todas las etapas de su uso, y no únicamente para la condición final. Su estabilidad es obligación de resultado del Concesionario en los mismos términos que la de las obras permanentes.
- 25.2 Sin perjuicio de lo establecido en el Apéndice Técnico 8, antes de iniciar cada frente de obra, el Concesionario deberá contar con diseños no objetados, procedimiento constructivo, Plan de Inspección y Pruebas Preliminares (PIPP), liberaciones, análisis de riesgos, localización de redes, drenaje temporal coordinado y disponibilidad de instrumentación instalada con línea base registrada.
- 25.3 El terreno expuesto será verificado por un profesional geotecnista que hará parte del personal del Concesionario y deberá estar certificado en su labor, antes de continuar la actividad. Toda condición no prevista, cambio del terreno o desviación respecto del modelo geotécnico activará un proceso formal de revisión, actualización del diseño y no objeción antes de continuar las actividades afectadas.
- 25.4 El Concesionario evaluará y controlará los efectos del abatimiento del nivel freático sobre terceros, incluidas la consolidación inducida, el sifonamiento, la tubificación y la afectación de captaciones existentes, y adoptará medidas de recarga o de control cuando corresponda.
- 25.5 El Concesionario prevendrá afectaciones a terceros, redes, predios y estructuras vecinas, y reparará a su costo cualquier daño atribuible a sus estudios, diseños, métodos o actividades, con independencia de que la afectación se manifieste durante o con posterioridad a la construcción.
- 25.6 La gestión del riesgo público asociada a las actividades geotécnicas y de excavación se desarrollará conforme a la Ley 1523 de 2012 y al Decreto 2157 de 2017, e incluirá plan de gestión del riesgo y planes de contingencia específicos por frente.

SECCIÓN 26 – MEJORAMIENTO DEL TERRENO Y ENTREGABLES GEOTÉCNICOS

- 26.1 Cuando las condiciones del terreno no permitan alcanzar los umbrales definidos en el presente Apéndice, el Concesionario adoptará soluciones de mejoramiento tales como precarga, drenes verticales, columnas de grava, inclusiones rígidas, reemplazo,

estabilización química o refuerzo con geosintéticos, acreditando mediante instrumentación el cumplimiento del desempeño exigido antes de conformar la capa de forma.

26.2 La clasificación de materiales aptos, marginales, inadecuados y reutilizables se realizará con criterios verificables de aceptación, con caracterización de fuentes, variabilidad, humedad, durabilidad, degradación, hinchamiento, colapso, contenido de materia orgánica y agresividad. Cuando los materiales o soluciones no estén cubiertos por las especificaciones del IDU, del INVIAS, del ICCU o de las empresas de servicios públicos, el Concesionario elaborará especificaciones particulares sujetas a no objeción.

26.3 Constituyen criterios de aceptación de los entregables geotécnicos: la suficiencia y representatividad de la exploración frente a la variabilidad y los riesgos del terreno; la trazabilidad desde los datos brutos hasta los parámetros, modelos, diseños, planos y especificaciones; el cumplimiento de los estados límite, factores de seguridad, deformaciones y criterios de desempeño ferroviario; la compatibilidad de interfaces con vía, estructuras, pavimentos, hidráulica, redes, ambiente, predial y construcción; la constructibilidad y estabilidad demostrada para cada etapa temporal y permanente; la instrumentación operativa con umbrales justificados y respuesta implementable; el control de calidad completo con resultados dentro de tolerancias; los planos récord, inventario, manuales y datos de monitoreo completos y editables; y la ausencia de daños no resueltos a terceros o a infraestructura vecina.

21.1 La EFR y la Interventoría podrán solicitar en cualquier momento análisis complementarios, campañas adicionales de investigación, verificaciones independientes o estudios especializados cuando consideren que la información disponible no permite verificar adecuadamente el cumplimiento de los requisitos establecidos en el presente Capítulo.

SECCIÓN 27 – GESTIÓN DE LA INTEGRIDAD Y MONITOREO DE LA ESTABILIDAD GEOTÉCNICA

27.1 La implementación de la instrumentación geotécnica no será facultativa ni quedará sujeta al criterio del Concesionario respecto de la criticidad de los elementos o sectores del Proyecto. Como mínimo, será obligatoria en la totalidad de los sectores clasificados con riesgo Alto, de conformidad con lo establecido en la Sección 24 del presente Apéndice, así

como en los elementos que se indican a continuación, debiendo cumplirse, como mínimo, las frecuencias de monitoreo allí establecidas.

SECCIÓN 28 – INTERVENCIONES CORRECTIVAS

28.1 Se entiende por Disconformidad Técnica toda deformación, desplazamiento, agrietamiento, filtración, colmatación de drenaje, pérdida de tensión en anclaje o deterioro que supere los umbrales de diseño o que evidencie una tendencia de comportamiento no prevista, con independencia de que haya afectado o no el servicio.

28.2 La detección de una Disconformidad Técnica obliga al Concesionario a actuar sin requerimiento previo de la EFR o de la Interventoría, conforme a los siguientes plazos máximos:

Tabla 12. Plazos máximos de intervención correctiva

Nivel	Condición	Plazo máximo de mitigación	Plazo de solución definitiva
Rojo	Compromete la estabilidad estructural o la seguridad de la operación	Medidas inmediatas de seguridad, incluida la restricción o suspensión del tráfico, dentro de 2 horas; mitigación efectiva dentro de 24 horas	30 días calendario, o el plazo del plan de acción no objetado
Amarillo	Evidencia deterioro progresivo sin compromiso inmediato	Plan de acción a la Interventoría dentro de 72 horas	15 días calendario
Verde con tendencia adversa	Comportamiento dentro de umbral pero con tendencia no prevista	Incremento de la frecuencia de monitoreo dentro de 7 días	Según plan de seguimiento no objetado

28.3 Las intervenciones deberán restituir la condición de diseño original o superior. Las soluciones temporales requieren autorización expresa de la interventoría, plazo máximo de permanencia y demostración de que no afectan la vida útil ni la robustez exigidas.

28.4 La totalidad de los estudios, medidas correctivas y refuerzos serán de cuenta y riesgo exclusivo del Concesionario. La falla del sistema de monitoreo en detectar una condición previsible constituye incumplimiento adicional y no atenúa la responsabilidad respecto del evento no detectado.

28.5 Las intervenciones deberán priorizar la preservación de la seguridad operacional y la continuidad del servicio ferroviario. Si la magnitud de la intervención exige la suspensión del

servicio, el Concesionario deberá acreditar que no existían alternativas de diseño o métodos constructivos que hubieran permitido evitarla.

28.6 El Concesionario presentará para cada obra de estabilización una Ficha Técnica de Desempeño que contenga su función geotécnica, su criticidad para el servicio, los umbrales de deformación admisibles, los parámetros geotécnicos de diseño, el nivel freático de diseño, los requisitos de inspeccionabilidad y el programa de instrumentación asociado.

28.7 La Interventoría podrá rechazar la categorización propuesta o exigir obras adicionales cuando la información suministrada no acredite el cumplimiento de la obligación de resultado. La no objeción no modifica la responsabilidad del Concesionario sobre el desempeño de las obras.

Tabla 13. Instrumentación mínima obligatoria y frecuencias de lectura

Elemento	Instrumentación mínima	Frecuencia en construcción	Frecuencia en operación
Terraplén sobre suelo blando	Placas de asentamiento cada 50 m; piezómetros cada 100 m; inclinómetro en pie de talud cada 200 m	Diaria durante conformación y precarga	Mensual el primer año; trimestral en adelante
Corte y talud de riesgo Alto	Inclinómetro cada 50 m; piezómetro cada 100 m; puntos topográficos cada 25 m	Semanal, y diaria en temporada de lluvias	Mensual, y semanal en temporada de lluvias
Muro de contención	Puntos topográficos cada 20 m; celdas de carga en el 10% de los anclajes, mínimo 2 por muro; piezómetro en el trasdós	Semanal	Trimestral
Puente y viaducto	Nivelación de apoyos; medición de socavación en pilas en cauce; acelerómetros y galgas	Mensual, e inmediata tras cada creciente	Semestral, e inmediata tras evento
Túnel y deprimido	Secciones de convergencia cada 20 m; piezómetros; sensores de nivel de agua; control de asentamiento en superficie	Diaria durante excavación	Mensual el primer año; semestral en adelante
Edificaciones de terceros en la zona de influencia	Prismas y testigos en fachada; nivelación	Semanal durante la obra en el sector	Hasta 12 meses después de finalizada la obra
Redes matrices y troncales de la EAAB, incluida la conducción TIBITOC, poliducto y jetducto de CENIT y líneas de alta tensión	La acordada por escrito con el propietario de la red y, en todo caso, nivelación y control de deformación en la franja de influencia mediante instrumentación.	Según el protocolo acordado con el propietario y no menos de semanal	Según protocolo y no menos de semestral

- 28.8 Todo instrumento se instalará y leerá con la antelación suficiente para establecer una línea base de al menos tres (3) meses previos al inicio de la actividad que pueda afectarlo.
- 28.9 El Concesionario definirá para cada instrumento umbrales de tres niveles, Verde de normalidad, Amarillo de atención y Rojo de alarma, derivados de los valores máximos admisibles de la Sección 29 y sujetos a no objeción. La activación del nivel Amarillo obliga a incrementar la frecuencia de lectura y a presentar un plan de acción dentro de las 48 horas siguientes. La activación del nivel Rojo obliga a la suspensión inmediata de la actividad causante, a la notificación a la EFR y a la Interventoría dentro de las 2 horas siguientes y a la adopción de las medidas de mitigación que correspondan.
- 28.10 Los datos se integrarán en una plataforma de acceso concurrente y en tiempo real para la EFR y la Interventoría, de acuerdo con el Apéndice Técnico 3. No se admite la edición ni el borrado de registros históricos. La pérdida de datos, la interrupción de lecturas por falta de mantenimiento del sistema o la demora superior a 24 horas en el cargue de la información constituyen incumplimiento y no eximen de responsabilidad respecto del evento no detectado.
- 28.11 Los resultados obtenidos deberán incorporarse a los modelos geotécnicos y utilizarse para actualizar la gestión de riesgos del Proyecto.
- 28.12 La Interventoría podrán requerir en cualquier momento la ampliación de los programas de monitoreo cuando consideren que la información disponible resulta insuficiente.
- 28.13 La instrumentación se mantendrá operativa, calibrada y con certificación vigente durante toda la vigencia de la Concesión, y se entregará en funcionamiento al momento de la reversión.
- 28.14 El sistema de umbrales y acciones de los numerales anteriores se formalizará mediante un Plan de Acción por Umbrales (TARP, Trigger Action Response Plan), que definirá para cada instrumento los niveles normal, atención, alerta y emergencia, los valores que los activan, los responsables, las autoridades de decisión y las acciones obligatorias asociadas a cada nivel. El TARP es entregable de diseño sujeto a no objeción y condición para el inicio de la actividad instrumentada.
- 28.15 La instrumentación se instalará antes de que la actividad pueda modificar el terreno. Las frecuencias de lectura se incrementarán durante actividades críticas o cuando se observen tendencias adversas, sin necesidad de requerimiento previo.

28.16 Se emplearán sistemas de lectura automática cuando la velocidad del fenómeno, la criticidad del activo o las condiciones de acceso impidan un control manual suficiente.

SECCIÓN 29 – DEMOSTRACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y ENTREGABLES GEOTÉCNICOS

29.1 El Concesionario deberá demostrar el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el presente Capítulo mediante: a) investigaciones geotécnicas; b) modelos geológicos y geotécnicos; c) memorias de cálculo; d) análisis de estabilidad; e) análisis de asentamientos; f) análisis hidrogeológicos; g) programas de monitoreo; h) resultados de instrumentación; i) inspecciones; j) cualquier otra evidencia técnica pertinente.

29.2 La entrega de estudios y memorias no configura por sí sola el cumplimiento. Éste se acreditará mediante la concurrencia de documentación técnica completa suscrita por profesional competente, modelos de cálculo en archivo nativo editable y verificación instrumental del comportamiento real.

29.3 Para los activos clasificados como de riesgo Alto y para la totalidad de los puentes, viaductos y deprimido férreo, el Concesionario someterá el diseño a no Objeción por parte de la Interventoría.

29.4 La ausencia o insuficiencia de la demostración faculta a la Interventoría para no autorizar el inicio o la continuación de las obras del sector respectivo, sin que ello genere ampliación de plazo ni derecho a reclamación alguna.

29.5 Cuando en cualquier lote de control los resultados no satisfactorios superen el 5% del total de ensayos, la obligación de ensayo se incrementará en un 5% adicional sobre el total de unidades de obra del lote, escalable hasta el 100% a criterio de la Interventoría. Esta regla aplica a la totalidad de los ensayos y verificaciones previstos en el presente Apéndice.

CAPÍTULO IV – DRENAJE E HIDRÁULICA

SECCIÓN 30 – OBJETO

30.1 El presente Capítulo establece los requisitos funcionales, técnicos y de desempeño aplicables a los estudios hidrológicos e hidráulicos, al diseño, construcción, operación, mantenimiento, renovación y reposición de las obras de drenaje y estructuras hidráulicas

requeridas para garantizar la adecuada funcionalidad de la infraestructura ferroviaria durante toda la vigencia de la Concesión.

- 30.2 El Concesionario será responsable de identificar, caracterizar, evaluar, gestionar y mitigar todos los riesgos hidrológicos e hidráulicos que puedan afectar el desempeño, seguridad, disponibilidad, resiliencia o integridad de los activos del Proyecto.
- 30.3 Las obligaciones establecidas en el presente Capítulo constituyen obligaciones de resultado y no se limitarán al cumplimiento de metodologías específicas de cálculo, modelación o diseño.
- 30.4 Corresponderá al Concesionario demostrar que las obras hidráulicas desarrolladas resultan suficientes para garantizar la adecuada protección de la infraestructura ferroviaria y su área de influencia, frente a las condiciones hidrológicas e hidráulicas existentes y futuras razonablemente previsibles.

SECCIÓN 31 – ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

- 31.1 El Concesionario deberá desarrollar todos los estudios hidrológicos, hidráulicos e hidrogeológicos necesarios para caracterizar adecuadamente las condiciones existentes y futuras del corredor ferroviario, de acuerdo con el Apéndice Técnico 2 y el Apéndice Técnico 8.
- 31.2 Los estudios deberán abarcar, como mínimo: a) cuencas tributarias; b) cuerpos de agua superficiales; c) canales naturales; d) canales artificiales; e) sistemas de drenaje urbano; f) zonas inundables; g) áreas con presencia de nivel freático elevado; h) zonas con antecedentes de inundación; i) sectores susceptibles a erosión o socavación.
- 31.3 Los estudios deberán considerar las condiciones actuales del corredor y las variaciones razonablemente previsibles derivadas de: a) expansión urbana; b) cambios en el uso del suelo; c) modificaciones de drenajes existentes; d) cambio climático; e) proyectos de infraestructura relacionados.
- 31.4 La información hidrológica e hidráulica deberá mantenerse actualizada durante toda la vigencia de la Concesión cuando se identifiquen cambios relevantes que puedan afectar el desempeño de la infraestructura.
- 31.5 Los estudios se desarrollarán con series hidrológicas del IDEAM de longitud no inferior a 25 años, modelación hidrológica e hidráulica en régimen no permanente para la totalidad

de los cruces con corrientes naturales, y modelación bidimensional en las llanuras de inundación del Río Bogotá, en el sistema Torca-Guaymaral y en todo sector con antecedente documentado de inundación.

- 31.6 Los estudios incorporarán obligatoriamente un escenario de cambio climático consistente en el incremento de la intensidad de precipitación de diseño en no menos del 20% respecto de la serie histórica, y un escenario de falla o saturación total de la red pública de alcantarillado receptora. La infraestructura deberá permanecer operativa bajo ambos escenarios.
- 31.7 El Concesionario elaborará y mantendrá actualizado el Mapa de Vulnerabilidad Hidráulica del Proyecto, entregable de los Diseños de Detalle, que identifique todo punto del corredor en el que la cota de inundación de diseño o el nivel freático superen la cota de la plataforma, y que servirá de base al Sistema de Alerta Temprana de la operación.
- 31.8 La obligación de identificar la totalidad de los cruces, corrientes, canales y drenajes interceptados, incluidos los canales que descenden de los cerros orientales y las quebradas del sistema Torca, corresponde íntegramente al Concesionario. La omisión de un elemento en el presente Apéndice, no constituye eximente ni fundamento de reclamación.

SECCIÓN 32 – DRENAJE DEL CORREDOR FERROVIARIO

- 32.1 El Concesionario deberá desarrollar un sistema integral de drenaje capaz de captar, conducir, controlar y evacuar adecuadamente las aguas superficiales y subterráneas que puedan afectar la infraestructura ferroviaria a lo largo de toda la Franja del Proyecto.
- 32.2 El sistema de drenaje deberá proteger, como mínimo: a) la plataforma ferroviaria; b) las estructuras; c) los taludes; d) las estaciones; e) los patios; f) los talleres; g) las subestaciones; h) los sistemas ferroviarios; i) las instalaciones auxiliares.
- 32.3 Las obras de drenaje deberán diseñarse de forma que minimicen la probabilidad de: a) inundaciones; b) erosión; c) socavación; d) saturación de suelos; e) pérdida de capacidad estructural; f) interrupciones operacionales.
- 32.4 La configuración del sistema de drenaje deberá garantizar la continuidad hidráulica del corredor y evitar la generación de impactos negativos sobre terceros o sobre infraestructuras adyacentes.

SECCIÓN 33 – CRUCES HIDRÁULICOS

- 33.1 El Concesionario deberá desarrollar todas las estructuras necesarias para garantizar la continuidad de los cursos de agua, drenajes naturales, canales artificiales y demás elementos hidráulicos interceptados por el Proyecto.
- 33.2 Las soluciones adoptadas deberán preservar o mejorar las condiciones hidráulicas existentes, salvo autorización expresa de las autoridades competentes.
- 33.3 Las estructuras hidráulicas deberán diseñarse de forma que no generen aumentos inadmisibles en: a) niveles de inundación; b) velocidades de flujo; c) procesos erosivos y socavación; d) riesgos para terceros.
- 33.4 Los cruces hidráulicos relevantes del Proyecto se presentan en la Tabla siguiente.

Tabla 14. Cruces Hidráulicos Relevantes

NOMBRE CAUCE	ABSCISADO DEL CRUCE	SECTOR
Canal San Francisco	PK0+214	URBANO
Canal Brazo Salitre	PK3+870	URBANO
Canal Salitre	PK3+870	URBANO
Canal El Virrey	PK6+780	URBANO
Canal Molinos	PK9+540	URBANO
Canal Callejas	PK11+330	URBANO
Canal Contador	PK12+370	URBANO
Canal El Cedro	PK14+400	URBANO
Canal San Cristobal	PK15+175	URBANO
Canal Serrezuela	PK16+286	URBANO
Canal El Redil	PK16+971	URBANO
Canal San Antonio	PK17+189	URBANO
Canal Canaima	PK18+240	URBANO
Quebrada Tibabita	PK18+947	URBANO
Quebrada Aguas Calientes	PK20+055	URBANO
Drenaje Q. Aguas Calientes 6	PK20+275	RURAL DC
Quebrada Patiño	PK20+457	URBANO
Quebrada San Juan	PK21+340	URBANO
Drenaje Q. San Juan 1	PK21+340	RURAL DC
Quebrada Las Pilas	PK22+292	URBANO

Quebrada La Floresta	PK22+908	URBANO
Quebrada Cañiza	PK23+247	URBANO
Quebrada Novita	PK23+795	URBANO
Quebrada Torca	PK24+351	URBANO
Drenaje R. Bogotá	PK26+227	RURAL
Drenaje R. Bogotá - Quebrada Honda	PK28+240	RURAL
Río Bogotá	PK30+190	RURAL
Deprimido Vial Fontanar	PK 30+848	RURAL
Drenaje R. Bogotá	PK33+458	URBANO
Drenaje R. Bogotá	PK34+448	RURAL
Drenaje R. Bogotá	PK34+600	RURAL
Drenaje R. Bogotá	PK36+996	RURAL
Drenaje R. Bogotá	PK38+246	RURAL
Drenaje R. Bogotá	PK38+872	RURAL
Drenaje R. Bogotá	PK39+503	RURAL
Drenaje R. Bogotá	PK39+812	RURAL
Drenaje R. Bogotá	PK42+730	RURAL
Drenaje R. Bogotá	PK44+048	RURAL
Drenaje R. Bogotá	PK44+657	RURAL
Quebrada Gavilan	PK45+998	RURAL

- 33.5 El Concesionario deberá garantizar el principio de transparencia hidráulica, demostrando que las obras propuestas no generan deterioro de las condiciones hidráulicas existentes aguas arriba o aguas abajo respecto de la situación de referencia.
- 33.6 La identificación de los cruces anteriores no limita la obligación del Concesionario de desarrollar todas las estructuras necesarias que resulten para garantizar la funcionalidad hidráulica del Proyecto.
- 33.7 Los periodos de retorno de diseño y de verificación constituyen Parámetros Básicos de Diseño y son mínimos, no máximos. El Concesionario aplicará valores superiores cuando la norma de la autoridad competente o la seguridad del Sistema así lo exijan.

Tabla 15. Periodos de retorno mínimos de diseño y verificación

Elemento	Periodo de retorno de diseño	Periodo de retorno de verificación
Drenaje superficial de plataforma, cunetas y drenes longitudinales	10 años	25 años sin afectación de la plataforma
Drenaje de estaciones, patios, talleres y áreas pavimentadas	25 años	50 años
Alcantarillas y box culverts en drenajes menores	50 años	100 años sin desbordamiento sobre la plataforma
Puentes y viaductos sobre corrientes naturales	100 años	500 años, para verificación de socavación y de no colapso
Cruce del Río Bogotá	100 años, armonizado con el proyecto de adecuación hidráulica de la CAR	500 años
Túnel, deprimidos y sus portales	100 años	500 años, sin ingreso de agua
Sistemas de bombeo	100 años	500 años con falla simultánea de la red pública receptora
Obras de protección contra socavación	100 años	500 años

33.8 El gálibo hidráulico mínimo entre el nivel de agua del evento de diseño y la cota inferior de la superestructura será de 1,50 m en corrientes con transporte de material flotante y de 1,00 m en los demás casos, sin que en ningún caso resulte inferior a 0,50 m para el evento de verificación.

33.9 El Concesionario acreditará mediante modelación que las obras no incrementan el nivel de la lámina de agua aguas arriba en más de 5 cm respecto de la condición previa al Proyecto para el evento de diseño, ni generan incremento alguno del área inundable sobre predios de terceros. El Corredor Ferroviario no podrá comportarse como dique. La acreditación se realizará contra la condición existente y contra la condición proyectada por la autoridad ambiental competente, adoptando la más desfavorable.

33.10 La cimentación de todo apoyo localizado en cauce o en llanura de inundación se desplantará por debajo de la profundidad de socavación total calculada para el evento de verificación, con un margen no inferior a 2,0 m. No se admite el uso de protecciones antisocavación como sustituto de la profundidad de cimentación.

33.11 Las velocidades admisibles en canales y estructuras hidráulicas serán, como mínimo, de 0,60 m/s para evitar sedimentación y, como máximo, de 4,0 m/s en revestimiento en concreto y de 2,0 m/s en revestimiento flexible, salvo diseño específico de dissipación de energía.

SECCIÓN 34 – DRENAJE DE DEPRIMIDOS Y ESTACIONES

34.1 El Concesionario garantizará la condición de estructura seca, entendida como la ausencia de lámina de agua sobre la plataforma y de infiltración que afecte la operación, los sistemas o la durabilidad de la estructura, bajo cualquiera de los escenarios de diseño y verificación, incluida la falla de la red pública receptora.

34.2 Los sistemas de bombeo cumplirán, como mínimo, los siguientes requisitos:

- a. redundancia N+1 en equipos, con capacidad tal que el conjunto, excluida la unidad de mayor capacidad, evacúe la totalidad del caudal de diseño;
- b. respaldo energético autónomo capaz de sostener el 100% de la capacidad de bombeo durante no menos de 72 horas continuas ante falla total del suministro comercial;
- c. doble alimentación eléctrica desde circuitos independientes;
- d. arranque automático, telemando y telemetría integrados al Centro de Control;
- e. volumen de almacenamiento en cárcamo no inferior a 15 minutos del caudal de diseño;
- f. accesibilidad para la extracción y reposición de cualquier equipo sin suspensión del servicio ferroviario.

34.3 Los portales y accesos se protegerán contra el ingreso de escorrentía superficial mediante umbrales elevados no menos de 0,50 m sobre la cota de inundación del evento de verificación, canales perimetrales de intercepción y, cuando corresponda, compuertas de cierre estanco.

34.4 El Concesionario obtendrá de la EAAB o de la empresa municipal competente una certificación de disponibilidad y capacidad hidráulica de la red receptora, como requisito de la no objeción del diseño de drenaje del sector respectivo. Si la capacidad resulta insuficiente o no permite la descarga a gravedad, el Concesionario proyectará y ejecutará, a su costo y dentro del alcance del Contrato, las obras de refuerzo, ampliación, almacenamiento temporal o bombeo que resulten necesarias.

34.5 La saturación, falla o insuficiencia de la red pública de alcantarillado no constituye eximente de responsabilidad por la inundación de los deprimidos, de las estaciones o de la plataforma.

- 34.6 Los sistemas de bombeo, tanques de tormenta, obras civiles asociadas, sistemas de control y respaldos energéticos son activos del Sistema Ferroviario para todos los efectos, incluidos su operación, mantenimiento, renovación, consumo energético y reversión.
- 34.7 Si se requieren obras adicionales por fuera de la Franja del Proyecto, estas serán entregadas a la EAAB-ESP, en los términos que se acuerde en ese momento.

SECCIÓN 35 – CONTROL DE INUNDACIONES Y GESTIÓN DE ESCORRENTÍAS

- 35.1 El Concesionario deberá identificar los sectores susceptibles a inundación, anegamiento o acumulación de aguas que puedan afectar la infraestructura ferroviaria.
- 35.2 Para dichos sectores deberán desarrollarse medidas específicas destinadas a garantizar la continuidad operacional del Sistema, de acuerdo con el Apéndice Técnico 20.
- 35.3 Las soluciones adoptadas podrán incluir, entre otras: a) obras de drenaje complementarias; b) estructuras de retención; c) estaciones de bombeo; d) obras de protección hidráulica; e) adecuación de canales; f) sistemas de almacenamiento temporal; g) otras soluciones técnicamente justificadas.
- 35.4 Las obras deberán diseñarse de forma tal que minimicen la probabilidad de interrupción del servicio ferroviario derivada de eventos hidrológicos.

SECCIÓN 36 – EROSIÓN, SOCAVACIÓN Y PROTECCIÓN HIDRÁULICA

- 36.1 El Concesionario deberá identificar los sectores del Proyecto susceptibles a erosión, socavación o degradación hidráulica.
- 36.2 Las estructuras ferroviarias, obras de drenaje, taludes y demás activos deberán protegerse adecuadamente frente a dichos fenómenos.
- 36.3 El Concesionario deberá desarrollar programas específicos de monitoreo e inspección para las estructuras expuestas a riesgos hidráulicos significativos.
- 36.4 Las medidas de protección deberán mantenerse operativas durante toda la vigencia de la Concesión.

SECCIÓN 37 – INTERFACES CON INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA EXISTENTE

37.1 Sin perjuicio de lo establecido en el Apéndice Técnico 18 – Interfaces, el Concesionario deberá identificar y gestionar todas las interfaces existentes entre el Proyecto y las infraestructuras hidráulicas presentes en el área de influencia.

37.2 Dicha gestión deberá considerar, como mínimo: a) canales urbanos; b) canales rurales; c) redes pluviales; d) drenajes municipales; e) sistemas de alcantarillado; f) obras de control hidráulico; g) infraestructura de riego; h) demás infraestructuras relevantes.

37.3 Las intervenciones sobre dichas infraestructuras deberán realizarse garantizando la continuidad de su funcionamiento.

SECCIÓN 38 – SECTORES DE REFERENCIA HIDRÁULICAMENTE COMPLEJOS DEL PROYECTO

38.1 Sin perjuicio de la responsabilidad integral del Concesionario respecto de la gestión hidráulica del Proyecto, se identifica algunos de los sectores indicados como áreas que, preliminarmente, presentan condiciones hidráulicas que requerirán especial atención durante el desarrollo de los estudios y diseños.

Tabla 16. Sectores de Referencia Hidráulicamente Complejos

Sector	PK Inicial	PK Final	Riesgo Principal	Requisito Especial
H-01	01+600	01+700	Zona de inundación Río San Francisco	se deberá preservar la sección necesaria para evitar eventos de inundación
H-02	09+460	09+960	Zona de inundación Usaqué	se deberá atender el problema de inundación del corredor férreo de la Avenida Carrera Novena, evitando riesgos en la operación del sistema del Tren Zipaquirá
H-03	20+030	22+133	Zonas de inundación Humedales Torca-Guaymaral	Se deberá revisar la escorrentía de dichos cauces según cambios producidos en la cobertura del terreno, debido al macroproyecto Lagos de Torca.
H-04	30+190	30+362	Ronda ambiental del Río Bogotá. Zona de meandros inundable	Coordinar con obras de mitigación que se ejecuten en la actualidad por la CAR

38.2 La identificación de los sectores anteriores no limita la obligación del Concesionario de identificar y gestionar otros riesgos hidráulicos que puedan presentarse durante la vigencia de la Concesión.

38.3 La ausencia u omisión de sectores hidráulicamente complejos, no dará lugar a reclamaciones por parte del concesionario, pues es su obligación realizar la Debida Diligencia para su correcta y completa identificación.

SECCIÓN 39 – DEMOSTRACIÓN DE CUMPLIMIENTO

39.1 El Concesionario deberá demostrar el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el presente Capítulo mediante: a) estudios hidrológicos; b) estudios hidráulicos; c) modelaciones; d) memorias de cálculo; e) análisis de inundabilidad; f) análisis de socavación; g) planes de mantenimiento; h) programas de monitoreo; i) inspecciones; j) cualquier otra evidencia técnica pertinente.

39.2 La EFR y la Interventoría podrán solicitar análisis complementarios, modelaciones adicionales o verificaciones independientes cuando consideren que la información disponible no permite verificar adecuadamente el cumplimiento de los requisitos establecidos.

CAPÍTULO VII – SEGREGACIÓN, CERRAMIENTO Y PASOS A NIVEL

SECCIÓN 40 – OBJETO

40.1 El presente Capítulo establece los requisitos funcionales y técnicos aplicables a la segregación física del Corredor Ferroviario y a los sistemas de cerramiento requeridos para materializar dicha segregación.

40.2 Las disposiciones aquí contenidas tienen por objeto garantizar la adecuada separación entre la operación ferroviaria y las actividades externas presentes en el entorno del Proyecto.

40.3 Los requisitos de este Capítulo se refieren a la infraestructura física de segregación y cerramiento y se integran funcionalmente con las obligaciones de Safety y Security del Contrato, sin sustituirlas. La eficacia de la segregación, entendida como la ausencia de acceso no autorizado al Corredor Ferroviario, constituye obligación de resultado del Concesionario, con independencia de la tipología de cerramiento adoptada.

SECCIÓN 41 – CERRAMIENTO Y SEGREGACIÓN DEL CORREDOR (ESPECIFICACIONES MÍNIMAS)

- 41.1 El Corredor Ferroviario deberá contar con un sistema de cerramiento continuo a lo largo del cien por ciento (100%) de su trazado, con el fin de controlar el acceso al corredor ferroviario y prevenir el ingreso no autorizado de personas, animales y vehículos a la zona de vía.
- 41.2 El cerramiento constituye un requisito mínimo aplicable a la totalidad del Proyecto y únicamente podrá interrumpirse en:
- a. accesos operacionales autorizados;
 - b. accesos de mantenimiento;
 - c. accesos de emergencia;
 - d. pasos a nivel autorizados conforme a la Sección 43 del presente Apéndice; y
 - e. los demás puntos expresamente aprobados por la EFR.
- 41.3 El Concesionario deberá diseñar, construir, operar y mantener la totalidad de los sistemas de cerramiento, barreras, elementos de protección, dispositivos de control de acceso y demás obras necesarias para garantizar la continuidad, funcionalidad y seguridad del cerramiento durante toda la vigencia del Contrato.
- 41.4 El tipo de cerramiento debe ser acordado con la EFR y las autoridades Distritales o municipales.
- 41.5 Se entiende por corredor no segregado aquel que, manteniendo el cerramiento continuo del corredor ferroviario, incorpora pasos a nivel expresamente autorizados, los cuales deberán cumplir los requisitos de protección, señalización, control y seguridad establecidos en el presente Apéndice.
- 41.6 El Proyecto contará con los siguientes niveles de segregación:
- 41.7 Sector comprendido entre la Estación Carrera 68 y la Estación CIM Norte: corredor segregado, sin cruces a nivel.
- a. Sector comprendido entre la Estación CIM Norte y la Estación Zipaquirá Norte: corredor no segregado, con cerramiento continuo y únicamente los pasos a nivel autorizados conforme al presente Apéndice.
- 41.8 La configuración del corredor se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 17. Configuración del Corredor

Tramo	Condición de cerramiento	Condición de segregación
Carrera 68 – CIM Norte	Cerramiento continuo	Corredor segregado (sin cruces a nivel)
CIM Norte – Zipaquirá Norte	Cerramiento continuo	Corredor no segregado (con pasos a nivel vehiculares y peatonales según AT 1)

41.9 La existencia de pasos a nivel no exime al Concesionario de garantizar el cumplimiento de los niveles de seguridad operacional exigidos para el Proyecto.

41.10 En los sectores no segregados, el Concesionario deberá implementar todas las medidas de protección, señalización, control operacional, detección de intrusión y gestión del riesgo necesarias para garantizar niveles de seguridad equivalentes a los exigidos en los sectores segregados.

41.11 El Concesionario no podrá modificar la configuración de segregación definida para el Proyecto sin autorización previa y expresa de la EFR.

41.12 Toda propuesta de modificación deberá sustentarse mediante estudios de seguridad operacional, análisis cuantitativos de riesgo, simulaciones operacionales y demás soportes técnicos que demuestren, a satisfacción de la EFR, que la solución propuesta mantiene o mejora los niveles de seguridad, disponibilidad y desempeño del Sistema Ferroviario.

41.13 La aprobación de cualquier modificación por parte de la EFR no implicará transferencia de riesgos ni relevará al Concesionario de su responsabilidad por la seguridad, operación y mantenimiento del Sistema.

41.14 El Concesionario podrá proponer diferentes tipologías de cerramiento para distintos sectores del corredor siempre que demuestre que dichas soluciones resultan compatibles con los objetivos definidos para cada tramo.

41.15 Los sistemas de cerramiento deberán diseñarse considerando criterios de durabilidad, mantenibilidad, resistencia al vandalismo y facilidad de reposición.

41.16 Los sistemas de cerramiento cumplirán, como mínimo, las siguientes especificaciones:

Tabla 18. Especificaciones mínimas del sistema de cerramiento

Parámetro	Sector urbano segregado	Sector suburbano o rural
Altura mínima del cerramiento sobre el terreno	2,50 m	2,20 m

Parámetro	Sector urbano segregado	Sector suburbano o rural
Tipología mínima	Malla o reja rígida antiescalamiento con remate superior disuasorio; muro donde la condición urbana o acústica lo exija	Malla rígida o solución equivalente con capacidad de retención de semovientes
Distancia mínima del cerramiento al eje de la vía más próxima	Según el gálibo de implantación del Apéndice Técnico 5	Ídem
Cimentación	Continua o por dado, con profundidad que impida el paso por debajo del cerramiento	Ídem, con zócalo continuo en zonas con presencia de semovientes
Resistencia a intrusión	Acreditada mediante certificación de producto o ensayo; el cerramiento no debe poder franquearse sin herramienta	Ídem
Continuidad	Sin discontinuidades; en puentes, viaductos, muros, portales de túnel y estructuras se garantiza mediante barandas o barreras de igual altura efectiva	Ídem
Puertas de acceso de mantenimiento	Cada 500 m como máximo, con cerradura normalizada y registro de apertura	Cada 1.000 m como máximo
Salidas de emergencia desde la plataforma hacia el exterior	Cada 500 m como máximo, con apertura desde el interior sin llave	Cada 1.000 m como máximo
Detección de intrusión	Obligatoria en portales de túnel, deprimidos, viaductos sobre vías arteriales, patios, subestaciones y sectores con antecedente de intrusión, integrada al Centro de Control	Según análisis de riesgo, y obligatoria en estructuras y puntos singulares
Plazo máximo de reparación de daño en el cerramiento desde su detección o reporte	24 horas, con medida provisional de cierre efectivo inmediata	72 horas, con medida provisional inmediata
Señalización de prohibición de acceso y de riesgo eléctrico	Cada 100 m y en todo punto singular	Cada 200 m y en todo punto singular

41.17 Todo cerramiento en corredor electrificado incorporará señalización y, donde el gálibo lo requiera, protección física contra el contacto con elementos energizados, conforme al RETIE y a la norma EN 50122-1.

41.18 La existencia de un sector no segregado no reduce el nivel de seguridad exigible. En el sector comprendido entre CIM Norte y Zipaquirá Norte el Concesionario implementará, adicionalmente al cerramiento continuo, las medidas de detección, señalización, protección de los pasos a nivel y gestión operacional que acrediten, mediante análisis cuantitativo de riesgo, un nivel de riesgo de intrusión y arrollamiento equivalente al del sector segregado. Dicha acreditación constituye requisito de la puesta en servicio del sector.

SECCIÓN 42 – PASOS A NIVEL AUTORIZADOS

42.1 En el sector segregado comprendido entre la estación Carrera 68 y la estación CIM Norte no se admite ningún paso a nivel, existente o nuevo. La totalidad de los cruces con vías vehiculares, peatonales o ciclistas se resolverá a distinto nivel, y los pasos a nivel existentes en dicho sector serán suprimidos con cierre físico y restitución de la conectividad. En el sector comprendido entre la estación CIM Norte y la estación Zipaquirá Norte no se admiten pasos a nivel nuevos, y sólo se conservarán los pasos a nivel expresamente autorizados y relacionados en el presente Apéndice.

42.2 El cierre físico de los pasos informales o irregulares, su señalización y la restitución de la conectividad afectada forman parte del alcance del Concesionario. La reapertura de un paso informal previamente cerrado, o la aparición de nuevos pasos informales, obliga al Concesionario a su cierre dentro de las 72 horas siguientes a su detección; la reiteración en más de tres veces en un mismo punto obliga a la implementación de una solución permanente.

42.3 Los pasos a nivel autorizados cumplirán, como mínimo, las siguientes especificaciones:

Tabla 19. Especificaciones mínimas de los pasos a nivel autorizados

Parámetro	Exigencia mínima
Protección	Barreras automáticas de media o completa longitud en ambos accesos, enclavadas con la señalización ferroviaria, con señalización luminosa y acústica
Tiempo mínimo de anuncio previo al arribo	25 s, y en todo caso el que resulte del tiempo de despeje del cruce por el vehículo de diseño más 5 s
Distancia de visibilidad	La que permita a un vehículo detenido en el cruce evacuarlo antes del arribo del tren a la velocidad de proyecto, verificada mediante triángulo de visibilidad libre de obstáculos
Detección de obstáculos en el cruce	Obligatoria, integrada a la señalización ferroviaria, con capacidad de imponer señal restrictiva
Superficie de rodadura	Continua, en concreto o elementos prefabricados sobre la vía, con canaleta de flanco conforme al Apéndice Técnico 5, sin desnivel superior a 10 mm respecto de la cabeza del riel
Pendiente de aproximación	Máximo 2% en los 20 m adyacentes al cruce
Ángulo de cruce	No inferior a 60° respecto del eje de la vía férrea
Paso peatonal asociado	Segregado del vehicular, con dispositivo antiacceso directo, accesible conforme a la NTC 4279, con ancho útil no inferior a 1,80 m y superficie podotáctil
Iluminación	Nivel conforme al RETILAP para intersecciones, con respaldo energético
Cerramiento en la aproximación	Continuo en no menos de 100 m a cada lado del cruce, para canalizar el acceso

- 42.4 La supresión, adecuación o modificación de cualquier paso a nivel se coordinará con la entidad territorial competente.
- 42.5 En todo paso a nivel se garantizará la prioridad absoluta del tren sobre el tránsito vehicular, ciclista y peatonal.
- 42.6 Los refugios peatonales adyacentes a los pasos a nivel tendrán un ancho mínimo de 2.00m m, suficiente para el albergue seguro de personas con movilidad reducida, coches de niños y ciclistas mientras opera la barrera.
- 42.7 En los pasos a nivel peatonales exclusivos se instalará cerramiento tipo laberinto o solución equivalente que obligue a la desaceleración y a la verificación visual del peatón antes del cruce.
- 42.8 El diseño de los pasos a nivel vehiculares se coordinará con la entidad de tránsito municipal competente y, cuando el paso se ubique sobre la red vial nacional o departamental, con ANI o INVÍAS y con la Gobernación de Cundinamarca.
- 42.9 El diseño del cruce resolverá integralmente la interacción entre riel, sistema de fijación, losa o panel de cruce, pavimento, plataforma ferroviaria y aproximaciones viales, y será mantenible y reemplazable. Se controlarán los asentamientos diferenciales, escalonamientos, bombeo de finos, pérdida de soporte y cambios bruscos de rigidez, y se definirán losas de aproximación, capas de transición, armaduras, juntas, sellos y empates con los pavimentos existentes.

CAPÍTULO III – INTEGRACIÓN URBANA, ESPACIO PÚBLICO Y PASOS A DISTINTO NIVEL

SECCIÓN 43 – OBJETO Y NORMATIVA APLICABLE

- 43.1 El presente Capítulo establece los requisitos aplicables al diseño, construcción y entrega de las Obras para Terceros, comprendiendo los pasos vehiculares superiores e inferiores, los pasos peatonales a distinto nivel, las intersecciones viales, las calzadas, andenes, ciclorrutas, plazoletas de acceso, cicloparqueaderos, zonas bajo viaducto, mobiliario urbano, arborización, iluminación y semaforización.
- 43.2 Las obras se ejecutarán conforme a las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción para proyectos de infraestructura vial y de espacio público de Bogotá D.C., IDU-ET-2011 V.3, y acorde a los lineamientos del Manual de Espacio Público

de 2023 o a la especificación municipal equivalente en jurisdicción distinta de Bogotá, con las siguientes precisiones:

- a. no aplican las disposiciones que obligan al contratista a seguir procedimientos constructivos determinados o a emplear equipos determinados: el Concesionario es libre en método y equipo y responde del resultado;
- b. las referencias a el Contratista se entienden hechas al Concesionario, y las referencias al IDU se entienden hechas a la EFR o a la entidad territorial competente, según corresponda;
- c. donde la especificación prevea la aprobación por la interventoría de un diseño elaborado por el contratista, se entenderá referida a la no objeción en los términos del Contrato;
- d. los capítulos relativos a la medición de cantidades de obra sólo aplican respecto de obras remuneradas por precios unitarios conforme al Contrato.
- e. Aplican igualmente el Manual de Espacio Público (MEP) del Distrito Capital vigente, la Cartilla de Andenes de Bogotá D.C., la Cartilla del Puente Peatonal Prototipo para Bogotá, el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte, la NTC 4279 y concordantes en accesibilidad universal, el RETILAP, RETIE, y las Normas Técnicas de Servicio de la EAAB, ETB, ENEL, VANTI y demás empresas de servicio público aplicable; entre ellas NS-019 sobre excavaciones en zanja, NS-020 sobre desmonte, limpieza, demoliciones y traslado de estructuras, NS-035 sobre cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado, NS-041 sobre requisitos mínimos de higiene y seguridad industrial en excavaciones, NS-072 sobre entibados y tablestacados y NP-040 sobre rellenos.

SECCIÓN 44 – CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO

44.1 Sin perjuicio de lo establecido en el Apéndice Técnico 8, los Estudios y Diseños considerarán, como mínimo: la localización del Proyecto, el POT y los instrumentos de planificación vigentes a la fecha de presentación de la Oferta; el Límite de Intervención; la armonización con los proyectos de ciudad, planes parciales y proyectos en curso sobre la Estructura Ecológica Principal comprendidos dentro del Límite de Intervención; las

condiciones topográficas y geotécnicas; la interacción con las demás estructuras del Proyecto y con las existentes no intervenidas; la relocalización, protección y subterranización de redes; los estudios de tránsito y el Plan de Manejo de Tráfico, Señalización y Desvíos; y el mantenimiento de los flujos de tránsito y del acceso a los predios adyacentes durante la construcción.

44.2 Los diseños garantizarán el cumplimiento de los gálibos mínimos establecidos en el presente Apéndice; la continuidad de los niveles de rasante en las vías que intersectan; la accesibilidad universal conforme a la NTC 4279 en la totalidad del espacio público intervenido; la iluminación del espacio público sin zonas de penumbra, incluyendo pasos peatonales a nivel y a desnivel, con diseño lumínico conforme al RETILAP, a las especificaciones del operador de red y a los criterios de diseño y conexión aplicables (incluyendo, cuando corresponda, las Series 3 y 6), así como con concepto favorable del prestador competente; el cumplimiento de las pendientes longitudinales y transversales mínimas y máximas exigidas en espacio público; el dimensionamiento de los espacios de intersección conforme a la demanda vehicular, peatonal y de ciclistas acreditada en los estudios de tránsito; y el cumplimiento de las exigencias ambientales en materia de ruido y vibración durante la construcción y la operación.

44.3 Cuando la intervención afecte una intersección con operación de transporte público troncal o zonal, el diseño deberá acreditar que la solución propuesta absorbe, como mínimo, la demanda de movimientos, frecuencias y demás condiciones operacionales identificadas en los estudios de tránsito del Proyecto, sin degradar el nivel de servicio existente.

SECCIÓN 45 – INVENTARIO DE ESTRUCTURAS DE INTEGRACIÓN URBANAS

45.1 El Concesionario deberá diseñar, construir, adecuar, reconstruir, operar y mantener, salvo las excepciones previstas en los respectivos apéndices, las estructuras y elementos necesarios para la integración urbana e intermodal que se establecen a continuación.

Tabla 20. Estructuras y elementos de integración urbana e intermodal

Referencia	Ubicación	PK de referencia *	Tipo de estructura	Función
EIU-01	Estación Carrera 68	PK 0+095	Plazoleta	Integración con Regiotram de Occidente y troncal Transmilenio

EIU-02	Estación Calle 26	PK 1+131	Elevador	Integración con sistema TransMilenio
EIU-03	Estación Calle 72	PK 5+130	Elevador	Integración con con sistema TransMilenio
EIU-04	Estación Calle 72	PK 5+130	Galería subterránea de conexión	Integración con segunda línea del metro de Bogotá
EIU-05	Estación calle 92	PK 6+928	Sendero peatonal de conexión	Integración con extensión de primera línea del metro de Bogotá
EIU-06**	Estación CIM Norte	PK 23+593	Urbanismo de conexión	Integración con centro de integración modal
EIU-07	Estación La caro	PK 28+566	Cicloparqueadero	Integración con biciusuarios
EIU-08	Estación Variante	PK 33+567	Cicloparqueadero	Integración con biciusuarios
EIU-09	Estación Cajica	PK 34+821	Cicloparqueadero	Integración con biciusuarios
EIU-10	Estación UMNG	PK 38+035	Cicloparqueadero	Integración con biciusuarios
EIU-11	Estación Zipaquirá centro	PK 47+549	Cicloparqueadero	Integración con biciusuarios
EIU-12	Estación Zipaquirá Norte	PK 48+824	Cicloparqueadero	Integración con biciusuarios

* La localización es de referencia y no servirá de evidencia para reclamaciones.

** La infraestructura proyectada deberá armonizarse con los proyectos del área de influencia y/o con los desarrollos futuros contemplados por Bogotá y Municipios de Chía, Cajicá y Zipaquirá.

SECCIÓN 46 – PASOS E INTERSECCIONES VEHICULARES A NIVEL Y A DESNIVEL

46.1 El Concesionario deberá diseñar, construir, adecuar, reconstruir, operar y mantener, salvo las excepciones previstas en los respectivos apéndices, los pasos vehiculares requeridos para garantizar la continuidad, seguridad, funcionalidad y conectividad de la red vial afectada por el Proyecto.

46.2 La obligación anterior comprende todas las intervenciones necesarias sobre los pasos vehiculares existentes o nuevos, incluyendo puentes, estructuras, accesos, rampas, apoyos, drenajes, elementos de contención y obras complementarias, siempre que sean requeridas para la adecuada integración y operación del Proyecto.

* La localización es de referencia y no servirá de evidencia para reclamaciones.

** En caso de no existir esta vía al momento de inicio de la Fase de Construcción no será necesario realizar esta intervención.

46.3 Los pasos vehiculares a nivel y a desnivel identificados en Apéndice Técnico 1 constituyen el alcance mínimo obligatorio del Proyecto. Sin perjuicio de ello, y como establecido en el Apéndice Técnico 1, corresponderá al Concesionario, durante la Etapa Previa y como parte de los Estudios y Diseños, realizar el inventario, verificación y validación técnica integral de la totalidad de los pasos vehiculares existentes localizados dentro de los Límites de Intervención, con el fin de confirmar su ubicación, estado, funcionalidad, condiciones de operación e identificar las intervenciones requeridas para garantizar la adecuada integración entre la red vial y el Sistema Ferroviario.

46.4 En consecuencia, el Concesionario deberá ejecutar, por su cuenta y riesgo, todas las obras de conservación, rehabilitación, adecuación, reconstrucción, protección o demás intervenciones que resulten necesarias sobre los pasos vehiculares existentes, aun cuando éstos no se encuentren expresamente identificados en el presente Apéndice, siempre que dichas intervenciones sean necesarias para cumplir las obligaciones de resultado del Contrato. La omisión o ausencia de un paso vehicular existente no dará lugar al reconocimiento de mayores valores, ampliaciones del plazo contractual, restablecimiento del equilibrio económico del Contrato ni reclamación alguna por parte del Concesionario.

46.5 Por su parte, la incorporación de nuevos pasos vehiculares a nivel o a desnivel que no correspondan a la intervención de infraestructura existente y que se origine en decisiones, solicitudes o requerimientos formulados con posterioridad a la Fecha de Presentación de la Oferta por parte de la EFR, los municipios, el Distrito Capital u otras autoridades competentes, se sujetará al régimen de modificaciones previsto en el Contrato.

46.6 Una vez puestos en operación los nuevos pasos vehiculares y demás estructuras asociadas construidas por el Concesionario que se encuentren total o parcialmente por fuera de la Franja de Proyecto y que no sean necesarias para la operación, mantenimiento o seguridad del Proyecto, dichas infraestructuras serán entregadas al IDU o a la entidad competente de los Municipio de Chia, Cajicá y Zipaquirá, en las condiciones establecidas en el Contrato y de acuerdo con el presente Apéndice y el Apéndice Técnico 1.

SECCIÓN 47 – PASOS VEHICULARES A DISTINTO NIVEL

47.1 Los pasos vehiculares a distinto nivel cumplirán, como mínimo, los siguientes parámetros de diseño:

Tabla 22. Parámetros mínimos de diseño de pasos vehiculares a distinto nivel

Parámetro	Unidad	Valor
Velocidad de diseño en paso deprimido o elevado urbano	km/h	40, o la de la vía interceptada si resulta mayor
Pendiente longitudinal máxima en calzadas principales	%	8
Pendiente longitudinal máxima en rampas de acceso	%	8
Pendiente longitudinal mínima	%	0,3
Ancho de carril en calzada de tráfico mixto a nivel	m	3,25
Ancho de carril en calzada BRT	m	3,50
Ancho de calzada en rampas de acceso a deprimido	m	6,25
Ancho mínimo de separador central	m	1,00
Gálibo vertical para paso vehicular	m	5,50
Vida útil de diseño de la estructura	años	100

47.2 Los pasos deprimidos incorporarán la totalidad de los sistemas auxiliares necesarios para su funcionamiento y seguridad, como mínimo iluminación, ventilación, evacuación, protección contra incendios, drenaje y bombeo conforme a lo establecido en el presente Apéndice.

47.3 La estructura de los deprimidos se ejecutará en concreto impermeabilizado con resistencia a la compresión no inferior a 28 MPa, relación agua-material cementante no superior a 0,45 y tamaño máximo de agregado de 25 mm. Se realizará control de calidad estricto durante la construcción para asegurar la impermeabilidad del concreto y la adecuada ejecución de las juntas. Con posterioridad al fraguado y curado se impermeabilizarán las superficies expuestas de la estructura.

47.4 Se aplican a la totalidad de los pasos vehiculares a distinto nivel las prohibiciones expresas establecidas indicadas en el presente Apéndice, incluidas las relativas a juntas, tipología de vigas y conformación del tablero.

47.5 El Concesionario propondrá un sistema constructivo que minimice el impacto sobre el tránsito existente y que garantice, durante toda la construcción, el nivel de servicio de los sistemas de transporte público que operen sobre las vías afectadas.

47.6 Los pasos vehiculares existentes que deban mantenerse se intervendrán conforme al diagnóstico y a las guías de inventario aplicables de la entidad territorial competente, con entrega de resultados en el formato digital que ésta exija.

SECCIÓN 48 – PASOS PEATONALES

48.1 Salvo por las excepciones mencionadas en esta Sección, el Concesionario deberá diseñar, construir, rehabilitar, ampliar, adecuar, equipar, operar y mantener los pasos peatonales necesarios para garantizar la conectividad transversal del corredor ferroviario y la movilidad segura de los usuarios.

Tabla 23. Pasos peatonales a nivel del Proyecto

Código	PK*	Nombre / Referencia	Estado actual	Tipo	Intervención Requerida
PPN-01	PK 00+000.00	Estación avenida 68	Proyectado - Nuevo	Paso peatonal a nivel	Construcción de paso peatonal a nivel
PPN-02	PK 00+593.33	Av. Esperanza	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-02
PPN-03	PK 00+645.89	Av. Esperanza	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-02
PPN-04	PK 01+081.37	CL 26	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-02
PPN-05	PK 01+179.71	CL 26	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-02
PPN-06	PK 01+964.14	CL 53	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-03
PPN-07	PK 02+003.64	CL 53	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-03
PPN-08	PK 02+896.86	CL 63	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-04
PPN-09	PK 02+927.18	CL 63	Paso peatonal a	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-04

Código	PK*	Nombre / Referencia	Estado actual	Tipo	Intervención Requerida
			nivel - Existente		
PPN-10	PK 03+841.80	NQS	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-05
PPN-11	PK 08+358.50	CL 100	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal sobre estructura EM-06
PPN-12	PK 08+487.25	CL 100	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal sobre estructura EM-06
PPN-13	PK 09+184.42	CL 106	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal sobre estructura EM-06
PPN-14	PK 09+211.10	CL 106	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal sobre estructura EM-06
PPN-15	PK 12+902.20	CL 140	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-07
PPN-16	PK 12+919.02	CL 140	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-07
PPN-17	PK 13+750.38	CL 147	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-08
PPN-18	PK 13+782.29	CL 147	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-08
PPN-19	PK 15+165.50	CL 161	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-09
PPN-20	PK 15+447.09	CL 163A	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-09
PPN-21	PK 15+707.64	CL 165	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-09

Código	PK*	Nombre / Referencia	Estado actual	Tipo	Intervención Requerida
PPN-22	PK 18+251.72	CL 189	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-10
PPN-23	PK 18+622.00	CL 192	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-10
PPN-24	PK 19+551.48	CL 200 (POLO)	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-10
PPN-25	PK 21+659.99	CL 22 (Av. El Jardín)	Proyectado - Nuevo	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-11
PPN-26	PK 25+009.14	Peaje andes - Colegio agustin nieto - Bascula La caro	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Construcción de paso peatonal a nivel
PPN-27	PK 25+704.41	Peajes Andes - Madiautos	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Construcción de paso peatonal a nivel
PPN-28	PK 26+527.08	Autocinema	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Construcción de paso peatonal a nivel
PPN-29	PK 27+557.13	Retorno Bogotá - Caro	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Construcción de paso peatonal a nivel
PPN-30	PK 28+680.76	Estación la Caro	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Construcción de paso peatonal a nivel
PPN-31	PK 35+197.86	CL 3A Cajicá	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Construcción de paso peatonal a nivel
PPN-32	PK 37+580.91	Vía Cajicá - Zipaquirá	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Adecuación paso peatonal bajo estructura EM-14
PPN-33	PK 44+485.72	Acceso a predio	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Construcción de paso peatonal a nivel

Código	PK*	Nombre / Referencia	Estado actual	Tipo	Intervención Requerida
PPN-34	PK 44+819.26	Acceso a predios	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Construcción de paso peatonal a nivel
PPN-35	PK 46+726.45	Acceso a predios (Hospital)	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Construcción de paso peatonal a nivel
PPN-36	PK 46+975.01	Acceso a predios (Éxito)	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Construcción de paso peatonal a nivel
PPN-37	PK 47+226.52	CL 3A Zipaquirá	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Construcción de paso peatonal a nivel
PPN-38	PK 47+326.93	CL 3D Zipaquirá	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Construcción de paso peatonal a nivel
PPN-39	PK 48+249.53	CR 16 Zipaquirá	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Construcción de paso peatonal a nivel
PPN-40	PK 48+663.55	CR 20A Zipaquirá	Paso peatonal a nivel - Existente	Paso peatonal a nivel	Construcción de paso peatonal a nivel

* La localización es de referencia y no servirá de evidencia para reclamaciones.

Tabla 24. Puentes Peatonales a Construir con acceso a estaciones

Código	PK*	Nombre / Referencia	Intervención Requerida
PPCE-01	PK 05+220	Acceso Norte Estación E-03 CL 72	Construcción de puente peatonal
PPCE-02	PK 06+798	Acceso Central Estación E-04.1 y E04.2 CI 92	Demolición y Reconstrucción de puente peatonal
PPCE-03	PK 07+835	Acceso Sur Estación E-05 CL 97	Construcción de puente peatonal
PPCE-04	PK 08+154	Acceso Norte Estación E-05 CL 97	Demolición y Construcción de puente peatonal
PPCE-05	PK 10+571	Acceso Norte Estación E-06 CL 116	Construcción de puente peatonal
PPCE-06	PK 12+173	Acceso Norte Estación E_07 CL 134	Construcción de puente peatonal

Código	PK*	Nombre / Referencia	Intervención Requerida
PPCE-07	PK 15+195	Acceso Sur Estación E_08 CL 161	Construcción de puentes peatonales independientes para andén occidental y oriental
PPCE-08	PK 16+376	Acceso Sur Estación E-09 CL 170	Construcción de puente peatonal
PPCE-09	PK 19+311	Acceso Norte Estación E_10 CL 200	Construcción de puentes peatonales independientes para andén occidental y oriental
PPCE-10	PK 23+495	Acceso Sur Estación E-11 CL 235	Construcción de puente peatonal
PPCE-11	PK 33+507	Acceso Sur Estación E-13 Variante	Construcción de puentes peatonales independientes para andén occidental y oriental

* La localización es de referencia y no servirá de evidencia para reclamaciones.

Tabla 25. Puentes y Pasarelas Peadonales a Construir sin acceso a estaciones

Código	PK*	Nombre / Referencia	Intervención Requerida
PPC-01	PK 04+129	CL 65	Construcción de puente peatonal
PPC-02	PK 08+826	CL 103	Construcción de puente peatonal
PPC-03	PK 12+392	CL 134	Construcción de puente peatonal asociado a intersección vehicular
PPC-04	PK 13+310	CL 144	Construcción de puente peatonal
PPC-05	PK 14+110	CL 151	Construcción de puente peatonal
PPC-06	PK 14+507	CL 153	Construcción de puente peatonal
PPC-07	PK 17+639	CL 183	Construcción de puente peatonal
PPC-08	PK 20+357	Lagos de Torca CL 207	Construcción de puente peatonal
PPC-09	PK 20+757	Lagos de Torca CL 212	Construcción de puente peatonal
PPC-10	PK 22+031	Lagos de Torca CL 224	Construcción de puente peatonal
PPC-11	PK 24+250	CL 245	Construcción de puente peatonal
PPC-12	PK 27+557	Retorno Bogotá - Caro	Construcción de puente peatona

* La localización es de referencia y no servirá de evidencia para reclamaciones.

Tabla 26. Actuaciones sobre Puentes Peadonales Existentes

Código	PK*	Nombre / Referencia	Intervención Requerida
PPE-01	PK 04+129	CL 65	Demolición puente peatonal existente

Código	PK*	Nombre / Referencia	Intervención Requerida
PPE-02	PK 06+798	CL 89	Demolición puente peatonal existente
PPE-03	PK 08+250	CL 97	Demolición puente peatonal existente
PPE-04	PK 10+284	Acceso Sur Estación E-11 CL 116	Construcción Pasarela de Conexión puente peatonal existente
PPE-05	PK 11+865	Acceso Sur Estación E-11 CL 134	Construcción Pasarela de Conexión puente peatonal existente

* La localización es de referencia y no servirá de evidencia para reclamaciones.

48.2 Los pasos peatonales a nivel y a desnivel identificados en la presente Sección constituyen el alcance mínimo obligatorio del Proyecto. Sin perjuicio de ello, corresponderá al Concesionario, durante la Etapa Previa y como parte de los Estudios y Diseños, realizar el inventario, verificación y validación técnica integral de la totalidad de los pasos peatonales existentes localizados dentro del Límite de Intervención, con el fin de confirmar su ubicación, estado, funcionalidad, condiciones de accesibilidad e identificar las intervenciones requeridas para garantizar la adecuada conectividad peatonal y la integración con el Sistema Ferroviario.

48.3 En consecuencia, el Concesionario deberá ejecutar, por su cuenta y riesgo, todas las obras de conservación, rehabilitación, adecuación, reconstrucción, protección o demás intervenciones que resulten necesarias sobre los pasos peatonales existentes, aun cuando éstos no se encuentren expresamente identificados en el presente Apéndice, siempre que dichas intervenciones sean necesarias para cumplir las obligaciones de resultado previstas en el Contrato. La omisión o ausencia de un paso peatonal existente este Apéndice no dará lugar al reconocimiento de mayores valores, ampliaciones del plazo contractual, restablecimiento del equilibrio económico del Contrato ni reclamación alguna por parte del Concesionario.

48.4 Por su parte, la incorporación de nuevos pasos peatonales a nivel o a desnivel que no correspondan a la intervención o reposición de infraestructura existente y que se origine en decisiones, solicitudes o requerimientos formulados con posterioridad a la Fecha de Presentación de la Oferta, por parte de la EFR, el Distrito Capital, los municipios, las autoridades competentes o terceros con competencia sobre el Proyecto, se sujetará al régimen de modificaciones previsto en el Contrato.

- 48.5 En el caso de los pasos peatonales a nivel, el Concesionario será responsable exclusivamente de aquellos localizados dentro de la Franja de Proyecto, incluyendo los elementos de señalización, demarcación, control, protección y demás componentes necesarios para garantizar su adecuada operación y seguridad.
- 48.6 En el caso de los pasos peatonales a desnivel, el Concesionario será responsable únicamente de aquellos que constituyan accesos a las estaciones del Proyecto. Dicha responsabilidad comprenderá el diseño, construcción, rehabilitación, operación y mantenimiento de la infraestructura necesaria para garantizar el acceso de los usuarios desde el espacio público hasta la estación, incluyendo puentes, pasarelas, escaleras, rampas, ascensores y demás elementos asociados.
- 48.7 Para los pasos peatonales a desnivel asociados a estaciones, la responsabilidad del Concesionario se extenderá hasta el punto de conexión de la infraestructura de acceso con el espacio público existente o con la infraestructura a cargo de la entidad competente, de acuerdo con el límite de intervención. Las áreas, estructuras o elementos ubicados más allá de dicho punto de conexión permanecerán bajo responsabilidad del IDU o de la entidad competente que corresponda en los Municipios de Chia, Cajicá y Zipaquirá.
- 48.8 El Concesionario deberá garantizar que los pasos peatonales bajo su responsabilidad cumplan permanentemente con las condiciones de seguridad, accesibilidad universal, iluminación, funcionalidad y mantenimiento exigidas por la normativa aplicable y por los estándares del Proyecto.
- 48.9 El Concesionario deberá planificar y ejecutar las intervenciones relacionadas con los pasos peatonales de forma tal que se minimicen las afectaciones a la movilidad y conectividad peatonal durante la ejecución de las obras. Cuando no sea posible mantener las condiciones habituales de circulación, deberá implementar rutas, cruces o accesos temporales que garanticen condiciones adecuadas de seguridad, accesibilidad y continuidad para los usuarios, incluyendo las medidas de señalización, control y manejo peatonal que resulten necesarias, previa coordinación con las entidades competentes cuando corresponda, y de acuerdo con el Apéndice Técnico 23.
- 48.10 Los pasos peatonales existentes que no se encuentren identificados en este Apéndice como infraestructura objeto de conservación, rehabilitación, adecuación, reconstrucción o

reposición, se entenderán suprimidos o cerrados como consecuencia de la implantación del Proyecto, salvo disposición expresa en contrario de la EFR o de la autoridad competente.

48.11 Lo anterior no exime al Concesionario de su obligación de realizar el inventario, verificación y validación técnica integral de la totalidad de los pasos peatonales existentes dentro de los Límites de Intervención, ni de ejecutar, por su cuenta y riesgo, las intervenciones que resulten necesarias sobre aquellos que deban permanecer como parte del Proyecto para garantizar el cumplimiento de las obligaciones de resultado previstas en el Contrato. La omisión de un paso peatonal existente en el presente Apéndice no constituirá, por sí sola, evidencia de que dicho paso deba ser suprimido ni dará lugar al reconocimiento de mayores valores, ampliaciones de plazo o reclamaciones por parte del Concesionario.

SECCIÓN 49 – PASOS PEATONALES A DISTINTO NIVEL

49.1 Los puentes peatonales cumplirán los parámetros definidos en la Cartilla del Puente Peatonal Prototipo para Bogotá y, como mínimo, los siguientes:

Tabla 27. Parámetros mínimos de diseño de pasos peatonales a distinto nivel

Parámetro	Valor
Ancho mínimo efectivo del puente	2,40 m
Pendiente máxima de rampa	10%, con longitud máxima de desarrollo de 15 m entre descansos
Alternativa admisible de rampa	8% de pendiente, con desarrollo de hasta 25 m entre descansos
Huella de escalera	Mínimo 0,30 m y máximo 0,35 m
Contrahuella	Máximo 0,17 m
Tramos de escalera	Máximo 18 escalones entre descansos
Longitud mínima de descanso en el sentido del flujo	1,50 m
Gálibo vertical sobre calzada vehicular	5,50 m
Gálibo vertical bajo rampas y escaleras respecto del nivel de plazoleta	≥ 2,20 m, excluidas las zonas encerradas
Altura máxima de áreas encerradas entre la superficie de rampa y la plazoleta	1,00 m
Gálibo horizontal a calzadas adyacentes, del borde de sardinel al borde externo de la estructura	1,60 m, incluso en zonas verdes y separadores
Gálibo horizontal a fachadas con altura de cornisa inferior a 5 m	5,00 m
Gálibo horizontal a fachadas con altura de cornisa entre 5 y 10 m	Proporcional a la altura de la edificación
Gálibo horizontal a fachadas con altura de cornisa superior a 10 m	10,00 m
Área de espera en el acceso, en espacio público	≥ 2 veces el ancho útil del puente, sin invadir corredores peatonales ni ciclorrutas

- 49.2 La excepción al gálibo horizontal de 1,60 m sólo procede en apoyos localizados en separadores donde las condiciones técnicas impidan cumplirlo, tales como el cruce sobre líneas férreas o separadores con redes matrices, garantizando en todo caso el aislamiento de la estructura mediante barreras de protección.
- 49.3 Las rampas se configurarán de forma que el nivel más alto quede próximo a las edificaciones o lotes adyacentes y que el ingreso desde el nivel de plazoleta quede próximo a la calzada vehicular. Los cambios de dirección se ubicarán en los descansos.
- 49.4 La implantación del puente y sus accesos responderán a los flujos peatonales principales acreditados en los estudios de tránsito, con capacidad suficiente para atender la demanda estimada.
- 49.5 Los puentes peatonales que se desarrollen total o parcialmente bajo líneas de alta o media tensión no subterranizables incorporarán la protección apropiada para los peatones, con verificación de durabilidad y capacidad estructural de conexiones y elementos de soporte.
- 49.6 Todo puente peatonal contará con solución de accesibilidad universal. Cuando la rampa no resulte viable por restricción física acreditada, se instalarán ascensores con redundancia, cuyo régimen de mantenimiento y disponibilidad se definirá en el acta de entrega a la entidad territorial.

SECCIÓN 50 – ANDENES, CICLOINFRAESTRUCTURA Y ELEMENTOS DE ESPACIO PÚBLICO

- 50.1 La pendiente transversal de la Franja de Circulación Peatonal será como mínimo de cero punto cinco por ciento (0,5%) y como máximo de dos por ciento (2,0%), garantizando el drenaje hacia la calzada o hacia el sistema de manejo de aguas lluvias definido en el diseño.
- 50.2 El mobiliario y la señalización se ubicarán en la Franja de Paisajismo y Mobiliario, sin interferir en ningún caso con la Franja de Circulación Peatonal.
- 50.3 No se permitirán sumideros, rejillas, pozos, tapas ni discontinuidades dentro de la franja libre de circulación de pasos peatonales, vados, refugios o rutas accesibles, salvo soluciones específicamente diseñadas y no objetadas que no generen riesgo de atrapamiento, tropiezo ni pérdida de accesibilidad.

- 50.4 En los accesos vehiculares a predios colindantes con el corredor, el diseño garantizará la continuidad del nivel de rasante del espacio público y el acceso seguro a predios y garajes existentes.
- 50.5 El tratamiento de culatas y espacios remanentes generados por el Límite de Intervención contemplará áreas de permanencia, tales como plazoletas o zonas verdes, que eviten la generación de espacios residuales inseguros.
- 50.6 En municipios de menor densidad urbana, donde el frente de los predios colindantes sea predominantemente rural, el Concesionario podrá proponer andenes de menor sección, garantizando en todo caso el cumplimiento de la accesibilidad universal.
- 50.7 La cicloinfraestructura se ajustará a la Guía de Ciclo-Infraestructura para Ciudades Colombianas del Ministerio de Transporte, con los siguientes anchos mínimos: ciclorruta bidireccional de 3,00 m de ancho continuo, admitiéndose excepcionalmente 2,40 m cuando la sección disponible no permita el ancho general, previa justificación técnica.
- 50.8 Se garantizará la continuidad de la cicloinfraestructura existente en los municipios atravesados, articulándola con la red de ciclorrutas municipal e intermunicipal donde exista.
- 50.9 Los ciclopuentes cumplirán la NTC 4774 y demás normativa aplicable, garantizando que el descargue de las rampas conecte peatonalmente con el espacio público adyacente.
- 50.10 Se dispondrán cicloparqueaderos de dispersión en la Franja de Paisajismo y Mobiliario, próximos a los accesos de cada Estación.
- 50.11 El diseño del espacio público de cada Estación contemplará zonas de estacionamiento disuasorio para vehículos particulares, bicicletas y motocicletas, dimensionadas conforme a la demanda proyectada en el Estudio de Tránsito y Demanda. Se dispondrán además bahías de ascenso y descenso para transporte intermunicipal, transporte público colectivo municipal y taxis, diferenciadas de las bahías de estacionamiento de larga duración.
- 50.12 La localización de las zonas de estacionamiento disuasorio evitará afectar los flujos peatonales de acceso a la Estación, disponiéndose preferiblemente en vías posteriores o transversales al corredor.
- 50.13 Se respetará la faja de retiro y seguridad del corredor férreo, absteniéndose de localizar mobiliario urbano, arborización de porte alto, accesos vehiculares o edificaciones dentro de dicha franja.

50.14 El diseño del cerramiento se articulará con el paisajismo del corredor, evitando generar barreras visuales que afecten negativamente la imagen urbana de los municipios atravesados.

SECCIÓN 51 – ESPACIO PÚBLICO, ZONAS BAJO VIADUCTO Y ELEMENTOS DE INTEGRACIÓN

51.1 El Concesionario diseñará y construirá el espacio público asociado al Corredor dentro del Límite de Intervención, incluyendo andenes, ciclorrutas, plazoletas de acceso a estaciones, mobiliario, arborización, iluminación y señalización, conforme a la Cartilla de Andenes y a la normativa de la entidad territorial competente.

51.2 El tratamiento de las áreas bajo estructura ferroviaria elevada forma parte del alcance y tendrá por objeto la recuperación efectiva del espacio público, evitando la generación de áreas residuales. El diseño garantizará la continuidad peatonal y ciclista longitudinal y transversal, la iluminación sin zonas de penumbra, el cerramiento o control de acceso donde la seguridad lo exija, el drenaje y evacuación de aguas sin descarga libre desde la estructura, y los usos y tratamientos concertados con la entidad territorial.

51.3 Los elementos de integración intermodal, incluidos cicloparqueaderos, paraderos de integración con los sistemas de transporte público y plazoletas de acceso, se dimensionarán conforme a la demanda del escenario de diseño y a los parámetros del Apéndice Técnico de Estaciones.

51.4 Las intervenciones sobre bienes de interés cultural y sus áreas de influencia se sujetarán al régimen de la autoridad competente y a los Planes Especiales de Manejo y Protección aplicables, y requerirán autorización previa al inicio de las obras.

SECCIÓN 52 – PAISAJISMO Y TRATAMIENTO VEGETAL

52.1 El Concesionario tramitará la aprobación del diseño paisajístico, comprensivo de arborización, jardinería y zonas verdes, ante la CAR en los tramos localizados fuera del Distrito Capital, y ante la Secretaría Distrital de Ambiente y el Jardín Botánico de Bogotá en los tramos que se desarrollen dentro de Bogotá D.C. Los tratamientos silviculturales cumplirán la normativa vigente de la autoridad competente en cada municipio.

- 52.2 El diseño paisajístico maximizará las áreas verdes a lo largo del corredor, con el fin de reducir la compensación derivada del endurecimiento de áreas verdes, y evaluará la protección de humedales, rondas hídricas y demás elementos de la Estructura Ecológica Principal que puedan resultar afectados.
- 52.3 La selección del material vegetal privilegiará especies nativas de la sabana de Bogotá, con sistema radicular no intrusivo, alta rusticidad y bajo requerimiento de manejo silvicultural, conforme a las recomendaciones de la CAR o del Jardín Botánico de Bogotá según el municipio.
- 52.4 En las áreas circundantes a las Estaciones y a los Patio-Taller se dispondrán áreas permeables que no afecten la funcionalidad de las circulaciones de acceso. Cuando no resulte posible el uso de coberturas vegetales, se empleará concreto poroso u otro material permeable equivalente.
- 52.5 El diseño paisajístico del cerramiento evitará el uso de especies de porte alto dentro de la franja de retiro férreo, privilegiando arbustos y cobertura baja que no comprometan la visibilidad ni la seguridad de la operación.

SECCIÓN 53 – BIENES DE INTERÉS CULTURAL

- 53.1 Sin perjuicio de lo establecido en el Apéndice Técnico 1 y 25, el Concesionario identificará, dentro de los Estudios y Diseños de Detalle, la totalidad de los Bienes de Interés Cultural de carácter nacional, departamental y municipal, así como los Sectores de Interés Cultural, localizados dentro del Límite de Intervención o en su zona de influencia, incluidas las estaciones históricas del antiguo ferrocarril y demás infraestructura patrimonial asociada al corredor, conforme lo definido en el Apéndice Técnico 25.
- 53.2 La zona de influencia de cada Bien de Interés Cultural se determinará conforme al acto administrativo de su declaratoria o, en su defecto, conforme a los parámetros del Ministerio de Cultura o de la autoridad competente. El Concesionario elaborará un inventario georreferenciado que indique la categoría del bien, el acto administrativo que lo declara y el tipo de afectación prevista.
- 53.3 El Concesionario tramitará y obtendrá las licencias y permisos requeridos ante el Ministerio de Cultura, el Instituto Departamental de Cultura y Turismo de Cundinamarca, las autoridades municipales de cultura o el Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, según la

categoría del bien afectado, y articulará el diseño del espacio público con los Planes Especiales de Manejo y Protección vigentes.

53.4 Cuando el diseño exija obras sobre inmuebles declarados Bien de Interés Cultural o dentro de su zona de influencia, el Concesionario contará con el acompañamiento permanente de un arquitecto especialista en patrimonio cultural o de un restaurador de bienes muebles, según corresponda, durante el diseño y la construcción.

53.5 La intervención en el entorno de los Bienes de Interés Cultural se sustentará, conforme lo establecido en el Apéndice Técnico 25, en el análisis de las características ambientales, urbanas y simbólicas del espacio público circundante, atendiendo la morfología del trazado original y la homogeneidad del conjunto.

SECCIÓN 54 – URBANISMO PERIMETRAL DE PATIO-TALLER

54.1 El diseño del espacio público perimetral de los Patio-Taller garantizará la continuidad peatonal y ciclista del entorno, el tratamiento de los bordes y la integración con la trama urbana o rural del municipio en que se localicen, evitando la generación de culatas y áreas residuales.

54.2 Los cerramientos de los Patio-Taller cumplirán las especificaciones de la Sección 42 y garantizarán el control de accesos, la seguridad de las instalaciones y la separación entre las circulaciones operativas y las públicas.

54.3 El manejo de aguas del Patio-Taller se diseñará conforme al Capítulo IV, incluyendo el tratamiento previo de las aguas provenientes de zonas de lavado, mantenimiento y almacenamiento de sustancias antes de su entrega al sistema receptor.

54.4 El diseño se armonizará con los instrumentos de ordenamiento territorial del municipio respectivo y con los usos del suelo colindantes.

SECCIÓN 55 – PAVIMENTOS

55.1 El Concesionario diseñará, construirá y mantendrá las estructuras de pavimento de las calzadas, intersecciones, accesos, patios, talleres, zonas de estacionamiento y espacio público comprendidos en el alcance del Proyecto, así como la rehabilitación de los pavimentos existentes intervenidos.

55.2 El estudio de tránsito para el diseño de pavimentos será consistente con el modelo de transporte y con la operación del Proyecto, y justificará el período de diseño, las tasas de

crecimiento, la distribución direccional y por carril, los factores de equivalencia, los espectros de carga y la confiabilidad adoptada. Considerará, como mínimo: el tránsito vehicular normal, de buses, de vehículos pesados, de vehículos de emergencia y las cargas especiales; el tránsito inducido por el Proyecto y los cambios de circulación derivados de estaciones, patios, accesos e intersecciones; el tránsito de construcción y el uso de vías existentes como rutas de obra; las cargas estáticas, lentas, canalizadas o repetitivas en patios, talleres, zonas de giro y detención; y las solicitudes adicionales en los cruces a nivel y sus aproximaciones por impacto, frenado y cambio de rigidez.

- 55.3 La caracterización de la subrasante se integrará con el componente geotécnico y definirá, por sector homogéneo, la condición de humedad, la clasificación, el CBR, el módulo resiliente o parámetro equivalente, la expansión, el colapso, el contenido orgánico, la sensibilidad al remoldeo y la variabilidad. Las correlaciones entre CBR, DCP, deflexiones y módulos se validarán mediante ensayos directos representativos, especialmente cuando se emplee módulo resiliente.
- 55.4 Los pavimentos flexibles y semirrígidos se diseñarán mediante un método reconocido y calibrado para las condiciones del Proyecto, verificando simultáneamente el agrietamiento por fatiga, el ahuellamiento, la deformación de la subrasante, la reflexión de fisuras, el daño por humedad y el desempeño térmico.
- 55.5 Los pavimentos rígidos justificarán espesor, resistencia, módulo, transferencia de carga, soporte, confiabilidad, erosión, fatiga y pérdida de soporte, y definirán la geometría y el espaciamiento de juntas, pasadores, barras de amarre, sellos y confinamientos. El módulo de reacción o soporte equivalente se verificará en obra antes de la colocación de las losas.
- 55.6 Se diseñarán expresamente las transiciones entre pavimento rígido y flexible, entre pavimento y estructuras, puentes, vías férreas y pavimentos existentes, evitando planos débiles, infiltración y fallas prematuras.
- 55.7 Los pavimentos articulados y las superficies de espacio público se diseñarán según cargas, accesibilidad, uso, mantenimiento, presencia de raíces, redes y condiciones de la subrasante, conforme a las especificaciones de la entidad territorial competente y a la cartilla de andenes aplicable.
- 55.8 El Concesionario identificará y caracterizará las canteras, fuentes, plantas de trituración, asfalto, concreto y prefabricados, acreditando permisos, capacidad, variabilidad controlada,

disponibilidad durante el plazo y trazabilidad por lote, y presentará los diseños de mezcla y fórmulas de trabajo correspondientes.

55.9 Cuando se propongan mezclas, materiales reciclados o técnicas no convencionales, se ejecutarán tramos de prueba con criterios de aceptación definidos previamente y no objetados.

SECCIÓN 56 – ENTREGABLES Y APROBACIONES ANTE TERCEROS

56.1 Los entregables de las Obras para Terceros se someterán al procedimiento definido por el Contrato y se presentarán en los formatos y con los contenidos exigidos por la entidad territorial receptora.

56.2 El Concesionario mantendrá un registro consolidado de las gestiones, radicaciones, conceptos, licencias y permisos ante terceros, con acceso permanente de la EFR y de la Interventoría, que identifique para cada trámite la autoridad competente, la fecha de radicación, el estado, los plazos legales y las acciones pendientes.

CAPÍTULO IV – ESTACIONES, PATIOS, TALLERES Y SUBESTACIONES

SECCIÓN 57 – REQUISITOS CIVILES COMUNES

57.1 Sin perjuicio de lo establecido en el Apéndice Técnico 1 – Alcance del Proyecto, el diseño, construcción, equipamiento, integración, puesta en servicio y mantenimiento de las estaciones ferroviarias se regirá por lo dispuesto en el Apéndice Técnico 6 – Estaciones; el de los patios y talleres, por el Apéndice Técnico 7 – Patios y Talleres; y el de las subestaciones eléctricas, por el Apéndice Técnico 9 – Sistema de Energía.

57.2 En todo caso, dichas infraestructuras deberán cumplir la normativa vigente aplicable en materia de obras civiles, diseño estructural, geotecnia, sismorresistencia, seguridad contra incendios, accesibilidad, instalaciones técnicas, sostenibilidad y demás disposiciones legales, reglamentarias y normas técnicas que resulten aplicables durante la ejecución del Contrato y de las que trata el presente Apéndice.